

71 ECWATECH94

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6-9 сентября 1994 г.

IV



**INTERNATIONAL
CONGRESS
ON WATER ECOLOGY AND TECHNOLOGY**

Moscow, September 6-9

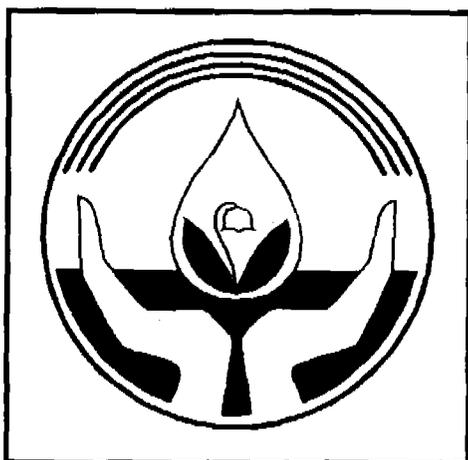
Vol. IV

71-ECWATECH94

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6-9 сентября 1994 г

Том IV



**INTERNATIONAL
CONGRESS
«WATER: ECOLOGY AND TECHNOLOGY»**

Moscow, September 6-9, 1994

Vol. IV

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА
«ВОДА: ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ»**

Москва, 6-9 сентября 1994 г

Том IV



**INTERNATIONAL
CONGRESS
«WATER: ECOLOGY AND TECHNOLOGY»**

Moscow, September 6-9, 1994

Vol.IV

LIBRARY OF THE INTERNATIONAL CENTER FOR
SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION
AND DOCUMENTATION
P.O. Box 100, Chertanovo, Moscow, U.S.S.R.
Tel. (070) 251-1411/1412

RN: Wn 12383
LO: 71 ECWATECH94

**ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ
ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS
OF WATER USE**

*Канд. техн. наук,
профессор К.П.Арент
Московский Государственный
Университет Природообустройства*

Специалисты водного хозяйства обсуждают вопрос использования вероятностных прогнозов вместо альтернативных. Инвестор должен знать насколько вероятны те или иные условия (природные, технические, экономические....), чтобы принять решение в получении максимальной экономической выгоды или минимальной величины ущерба и потерь. Абсолютно достоверные прогнозы в настоящее время осуществить не предоставляется возможным, поэтому основная задача состоит в отыскании наиболее эффективной стратегии потребителя, в составлении такого прогноза, чтобы потери его были наименьшими при условии, что он действует в соответствии с полученным прогнозом.

Частота выхода из строя различных элементов гидромелиоративных систем и водохозяйственных объектов остается высокой, что существенно снижает эффективность их работы.

Статистические данные показывают /1/ что из каждой тысячи плотин разрушалось десять.

Поэтому важной задачей науки и практики является совершенствование методов расчета, проектирования, строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов.

Понятие надежности известно человечеству с давних времен, однако, строившиеся ранее сооружения, были простыми, а их усложнение в последнее столетие потребовало создание новой отрасли науки. При оценке риска строительства объектов в районах со сложными природно-климатическими условиями, могут быть использованы приемы теории надежности.

Методика оценки надежности и долговечности работы гидротехнических сооружений и водохозяйственных систем, и риск-анализ все чаще употребляются для

оценки негативных ситуаций, связанных с ухудшением состояния окружающей среды и здоровья населения.

*C.P.Arent
Ph.D., Professor
Moscow State University of En-
vironment and Soil Protection*

Specialists of waterworks systems are discussing the problem of use of probability prediction rather than alternative one. The investor must know to what extent is probable one or another condition (nature, technical, economic...) in order to take a decision aimed at receiving maximum economic profit or minimum damage or loss. At present it is not possible to make the absolutely probable prediction, so the main task is to find the most efficient strategy for the user in making such a prediction that provides minimum losses in case he is acting according to prediction.

Frequency of failure of various components of the hydro-land reclaiming systems and waterworks continues to be high and this significantly decreases the efficiency of their operation.

Statistical data (1) show that breaking occurs in ten machines of each thousand.

Therefore the important task of science and practice is to improve the method of calculations, design, construction and exploitation of waterworks.

The concept of the reliability is known to the mankind since long ago, however, earlier constructions were more simple, more sophisticated constructions of the last century demanded the development of a new branch of the science. Estimation of the risk in construction projects in the regions with complex nature and the climatic conditions may be done on the basis of the methods of the theory of reliability.

The methods of the estimation of the reliability and the durability of the operation of the hydrotechnical constructions and waterworks, the analyses of the risk are

used more and more often for the estimation of the negative situations resulting from worsening of the state of the

Нужен учет, оценка и прогнозирование опасности и хозяйственного риска от реализации принятых решений или природных процессов для своевременного принятия мер по их предотвращению.

Понятие риска связано с неуверенностью в исходе того или иного решения или действия и понимается как вероятностная мера, количественно выражающая положительный, или отрицательный эффект человеческой деятельности, или природного явления /Еременко В.А., 1993/.

Различают виды риска, связанные с причинами их возникновения, по масштабам и форме проявления их последствий, по времени их проявления (табл. 1).

environment and the health of the population.

The consideration, estimation and prediction of the danger and the system risk as a result of implementing the decision taken or the effect of nature processes are required in order to be able to take measures to prevent them.

The concept of the risk is related to the uncertainty of outcome of one or another decision or action and is understood as the probability measure of expression quantitatively the positive or the negative effect of man's activity or the phenomenon of nature (Eremenco V.A., 1993).

The risks are distinguished by their cause, the scale and types of consequences and the duration (table 1).

ТАБЛИЦА 1 Разновидности риска

По причине возникновения	По масштабу последствий	По форме последствий	По времени проявления
Хозяйственные Технические Природные	Глобальные Региональные Местные	Экономические Неэкономические Смешанные	Долгосрочные Краткосрочные

TABLE 1 Types of risks

Type of consequences	Scale of consequences	Cause consequences	Duration
Economy Technical Nature	Global Regional Local	Economic Not economic Combined	Long term Short term

Так, например, если хозяйственный риск обусловлен принятием управленческих решений, изменением рыночной ситуации, то технический риск - результат функционирования элементов технических систем, а природный - это следствие действия природных факторов.

Аналогичным образом глобальный риск охватывает территорию одного или нескольких государств, или даже континента, региональный риск связан с территорией речного бассейна, а местный - с территорией охватываемой отдельной водохозяйственной системой.

Экономические последствия риска могут быть оценены в денежной форме, а неэкономические - социальные и экологические последствия, в которых риск проявляется косвенно и связан с угрозой

For example, while the economy risk is specified by the decision taken by the management, the change of the market situation, and the engineering risk are the result of operation of the components of the engineering systems, and the nature risk is the result of the effect of nature factors.

Similar to this, the global risk covers the territory of one or several countries or even the continent, the regional one is related to the territory of the river basin, and the local one - to the territory of the individual waterworks.

The economic consequences of the risk may be estimated in money, but non-economic social and ecological consequences in which the risk is manifested indirectly and is related to danger of well-being and the life of the people is not possible to estimate.

благополучия и жизни людей, оценить нельзя. Чаще всего последствия риска имеют смешанный характер и для его оценки необходимо использовать как те, так и другие показатели.

Долгосрочный риск связан с процессом развития, т.е. продолжительностью жизненного цикла, например, водохозяйственной системы, а краткосрочный - это результат конъюнктурного или сезонного изменения факторов риска.

Необходимо учитывать также факторы и показатели экологической надежности водохозяйственных систем, совместимости технических, экономических, агротехнических и экологических требований.

Необходимо комплексное изучение процессов технических и технологических отказов, формирования стока рек и спроса на подачу воды, изменение качества воды и почв во времени.

Таким образом, можно заключить, что риск возникает как результат действия ряда факторов неопределенности, которые заранее предусмотреть невозможно.

Комплексный характер проблемы повышения надежности и долговечности требует широкого использования последних достижений в различных областях науки: математики, экономики и права.

Риск как экономическое понятие оценивают с помощью показателя вероятности благоприятного или неблагоприятного исхода какого либо события. Решение должно приниматься с учетом этой вероятности или риска.

Методологической основой таких расчетов являются вероятностные расчеты, поскольку при расчете риска необходимо учитывать вероятность совпадения различных обстоятельств (благоприятных и неблагоприятных), размеров доходов, и потерь.

Наиболее полной и общепринятой характеристикой риска, рассматриваемого как случайную величину, является его функция распределения, зная которую, можно получить среднее значение характеристики разброса, доверительные пределы ущерба и другие необходимые показатели.

При принятии хозяйственных или технических решений приходится делать выбор из большого числа возможных вариантов, необходимо сделать выбор оптимального решения, который определя-

Most often the consequences of the risk are of combined nature and for their estimation it is necessary to consider both indices.

The long-term risk is related to the process of the development, i.e. the cycle of life, for example of waterworks; the short term risk is the result of the situation or the season change of the risk factors.

It is necessary to take into account also the factors and indices of the ecological reliability in waterworks, the compatibility of the engineering, economic, agrotechnical and ecological requirements.

It is necessary the complex study of the processes of engineering and technological failures, formation of the river flows and the supply of water, change of the quality of water and soil with time.

Thus, it may be concluded that the risk occurs as a result of a number of factors of uncertainty which may not be foreseen in advance.

The complex nature of the problem of increasing the reliability and the durability requires the wide use of advanced developments in various branches of the science, mathematics, economy and law.

The risk as the economic concept is estimated using the probability of favourable and non-favourable outcome of an event. The decision must be taken with the consideration of this probability or risk.

The methodology bases of such calculations are the probability ones because in calculating the risk it is necessary to take into account the probability of coinciding various circumstances (favourable and not favourable) and the amount of profits and losses.

The most complete and common feature of the risk that is accidental is its function of distribution knowing this it is possible to obtain the average value of the scattering characteristics of confidence limits of damage and other necessary parameters.

In taking economy or engineering decisions it is required to make a selection from the big number of the alternatives and take the optimum decision defined by goal and the criteria of choice.

ется целью и критерием выбора.

Комплексный подход к оценке надежности и долговечности требует разработки сводного показателя, этих характеристик. В качестве такого показателя, учитывая требования практики, обычно принимается экономический критерий. Так, коэффициент риска, определяемый как соотношение ожидаемых потерь и доходов, снижается при снижении величины потерь (при их отсутствии риска нет) и увеличивается при их росте и снижении величины ожидаемых доходов (при отсутствии доходов величина риска стремится к бесконечности) и роста вероятности наступления отрицательных последствий.

Мерой зависимости результатов расчетов от изменения значений различных факторов является чувствительность результата к этим изменениям. Так, показателем эластичности является изменение коэффициента риска, если рассматриваемая величина (потери, доходы) изменятся на один процент.

В настоящее время вопросы оценки уровня надежности в основном разрабатываются по двум направлениям во-первых, это разработка теории вопроса, сбор исходных статистических данных, и выполнение расчетов по выявлению тех элементов, в результате аварии которых может произойти отказ системы; во-вторых, это разработка методики расчетов и построение необходимых технико-экономических зависимостей для определения оптимального уровня надежности.

В последнее время начались работы по совместному анализу вероятности отказов водохозяйственных систем и технико-экономического обоснования оптимального уровня их надежности.

С хозяйственной точки зрения, целью создания и эксплуатации технических систем является достижение тех или иных экономических результатов. Так, например, эффект от повышения надежности ирригационных систем заключается в возможности сохранить продукцию, которая может быть потеряна вследствие нарушения режима работы или отказа систем. Поэтому, мерой надежности работы системы служит уровень эффективности функционирования системы и его изменение, которое может быть измерено ко-

The complex approach to the estimation of the reliability and the durability demands developing of the summary index of these features.

Taking into account the practice requirements the economic criterium is taken for such indice. Thus, the risk factor defined as the ratio of expected losses and profits decreases at decreasing the value of the losses (if there is no losses there is no risk) and increases at their growing and decreasing of the value of the expected profits (if there is no profit the value of the risk is finite) and growth of the probability of occurrence of the negative consequences.

The measure of dependence of the results of calculation on changing various factors is the sensivity of the results to these changes. Thus, the index of the elasticity will be the change of the risk factor if the value considered (losses, profits) changes by 1%.

At present the problems of estimating the level of the probability are developed mainly in two directions : first, developing the theory ,collection of initial data and making calculations and determining components that may fail and as a result of this the system fails ; second, developing the methods of calculation and engineering-economic relations for the determination of the optimum level of the probability.

Recently the work has been started of combined analysis of the probability of failure of the waterworks and engineering and economic basing of the optimal level of their reliability.

From the economy point of view the aim of creation and the exploitation of the engineering system is achieving one or another economic result. Thus, for example, the effect of increasing the reliability of the irrigation system is the probability of saving the production that might be lost as a result of failure to keep conditions of operation or failure of the system. Thus, the measure of the operation of the system will be the level of the efficiency of functioning of the system and its change that may be defined by quantity of water not supplied to the user because of its not-reliability.

As the basis of the optimization of the reliability index it is taken the minimum of

личеством воды недоданной потребителям из-за ее ненадежности.

В основу оптимизации показателя надежности положен минимум финансовых (на уровне предприятия) и экономических (на уровне региона или страны) потерь, связанных с ущербом от нарушения нормального функционирования объекта и затратами на повышение надежности водоснабжения. В соответствии с этим целесообразно в водном хозяйстве, подобно энергетике, использовать двухуровневый подход: на первом уровне нормируется или оптимизируется надежность водоснабжения отдельных потребителей воды, а на втором - требования к надежности всей водохозяйственной системы.

Как уже отмечалось, последствия риска могут иметь экономические, неэкономические и смешанные последствия. В первом случае трудно собрать достаточно полные и достоверные исходные данные, а во-втором, ущерб оценить практически невозможно. Если ответственность сооружения смешанная, то проектирование необходимо проводить так, чтобы вероятность возникновения отказов с неэкономическими последствиями была бы значительно ниже вероятности появления отказов (аварий) с экономическими последствиями / 2 /.

Эмпирическая шкала риска и возможного поведения при учете риска имеет нижеследующий вид / 3 /.

finance (at the level of an enterprise) and economic (at the level of a region or a country) losses caused by the damage as a result of failure of normal operation of a project and expenses for increasing the reliability of water supply.

In waterworks like energetics it is reasonable to use two -level approach : at the first level it is rated or is made optimum the reliability of the supply to individual water users, at the second-the requirements for reliability of the whole waterworks .

As it was stated above, the consequences of the risk may be economic, non-economic and mixed. In the first case it is difficult to collect quite complete and true initial data, in the second it is practically not possible to estimate the damage. In case the case is mixed it is necessary to design the construction in such a way that the probability of occurring failure with non-economic consequences would be significantly less compared to failure (accidents) with economic consequences (2).

The empiric scale of the risk and of possible behaviour for consideration of the risk is as follows (3).

ТАБЛИЦА 2 Шкала риска

Коэффициент риска	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Стратегия поведения	пессимистическое	осторожное	среднее	рискованное	с высокой степенью риска	азартное	

TABLE 2 Scale of the risk

Risk factor	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
Strategy of behaviour	Pessimistic -	Careful	Medium	Risky	High risk	Reckless	

ТАБЛИЦА 3 Виды экономических задач

Величина расходов	Проектный уровень надежности	
	Нормативный	Ненормирован
Ограничена	Поиск варианта, обеспечивающего минимальную сумму затрат и потерь, для достижения нормативного уровня критического элемента системы, далее для следующего, пока не будут исчерпаны средства на эти цели	Поиск варианта, обеспечивающего минимальную сумму затрат и потерь критического элемента системы, далее для следующего по рангу надежности элемента системы в пределах выделенных средств
Неограничена	Поиск варианта, обеспечивающего минимальную сумму затрат и потерь для нормативного уровня надежности всей системы	Поиск варианта, обеспечивающего минимальную сумму затрат и потерь для всей системы

TABLE 3 Types of the economic tasks

Amount of losses	Designed level of the reliability	
	Rated	Not rated
Limited	Finding an alternative providing the minimum amount of expenses and losses for achieving the rated level of the critical component of the system, then for the next till all the resources for this aim are exhausted	Finding an alternative providing the minimum amount of expenses and losses for the critical component of the system, then for the component of the next rank of the reliability of the system within the specified amount
Not limited	Finding an alternative providing the minimum amount of expenses and losses for achieving the rated level of the reliability of the whole system	Finding an alternative providing the minimum amount of expenses and losses for the whole system

Нормирование показателей технической надежности и долговечности работы водохозяйственных систем применяются при отсутствии необходимых исходных данных и методики обоснования, а также для сооружений, аварии которых имеют неэкономические последствия, связанные с опасностью для жизни людей, или экологической обстановки в регионе. Таким нормативным показателем является допустимое число перебойных по воде лет, в расчетном многолетии.

Действующие нормы проектирования, строительства и эксплуатации сооружений не предусматривают расчета надежности и предлагают оценить класс гидротехнического сооружения, что позволяет учесть прочностные характеристики,

Rating of the indices of the engineering reliability and the durability of operation of the waterworks is used in case of lack of necessary initial data and methods of basing and also for the constructions with the non-economic consequences of the accidents dangerous for the life of the people and for the ecology in the region. As such rated index may be taken the allowable number of water failure years in designed period of many years.

The actual rates of designing, construction and exploitation of projects do not specify calculations of the reliability and suggest to estimate the class of the hydro-technical construction that allows to consider the strength parameters and not the indices of

а не показатели надежности и риска в их работе. Так, например, в расчетах гидротехнических сооружений I класса рекомендуется использовать коэффициент запаса - 1,25, а для сооружений IV класса - 1,1, что не всегда соответствует техническому уровню системы.

Нормирование проводится по наименьшему значению параметра, отвечающему заданному уровню надежности - несущей способности конструкции, расчетной обеспеченности орошения, по наибольшему допустимому значению параметра - скорости течения, объему забора воды, норме осушения или по интервалу обоих указанных значений - показателю режима работы системы. Однако указанные нормативы относятся к начальному моменту эксплуатации, без учета изменения надежности во времени и оценке эксплуатационной надежности систем, характеризующейся безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

В настоящее время показатели надежности работы и параметры конструкций сооружений регламентируются в технических условиях, строительных нормах и стандартах. В соответствии с этими требованиями выбираются конструктивные и технологические решения. Редко (после этого) оптимизируется расчетный уровень надежности работы технической системы путем разработки вариантов технических решений повышения надежности (упрощения конструкции системы, уменьшения числа ее элементов, облегчения режимов работы элементов системы по сравнению с номинальными, резервирования и др.) и оценки величины расходов на повышение уровня надежности, и ущербов при его снижении.

Только в последнее время при проектировании начинают учитывать, что показатель начальной надежности, т.е. вероятности безотказной работы сооружения в начальный период эксплуатации получается завышенным, поскольку величина нагрузок и несущая способность сооружений меняются со временем. Большое распространение получают вероятностные методы, позволяющие учитывать неопределенность исходной информации и фактора риска / 4 /.

Создание высоконадежных сооружений и водохозяйственных систем сопряжено с трудностями как технического, так и эко-

the reliability and the risk of the operation. Thus, for example, in designing the hydro-technical constructions of class I it is recommended to use the safety factor 1.25, for class IV - the factor of 1.1 that not always corresponds to the technical level of the system.

Rating is done by the least value of the parameter corresponding to the specified level of the reliability - the bearing capacity of the construction, the designed irrigation ; by the maximum allowable value of the parameter - the flow velocity, the volume of uptaken water, the rate of drainage and the interval of both values indicated - the index of the system operation duty. However, the said rates are applied to the initial period of the exploitation and they do not take into account the change of the reliability with time and the estimation of the performance reliability of the system defined by failureless work , the capacity to be repaired and the durability.

At present the indices of the reliability of operation and the parameters of construction design are set out in the specifications, construction norms and standards. Design and technological solutions are selected according to these requirements. Seldom (after this) the design level of the reliability of the operation of the engineering system is made optimum by means of analysing alternatives of technical solutions of increasing the reliability (simplifying the design of the system, decreasing the number of its elements, making less severe the work duty of the system components compared to rated ones, the reservation etc.) and the estimation of the amount of the expenses for increasing the level of the reliability and damages in increasing it.

Only recently they have started to consider in designing that the index of the initial reliability , i.e. the probability of failureless operation of constructions in the initial period of exploitation is too high because the value of loading and the bearing capacity of the construction are changing with time. The probabilistic methods are now used widely allowing to consider the uncertainty of the initial information and the risk factor (4).

The creation of highly reliable constructions and waterworks is difficult both

номического характера, поэтому следует стремиться не к максимальной, а к оптимальной надежности, обеспечивающей наилучшее использование природных, финансовых и других ресурсов.

Оптимальное проектирование строительных конструкций - это определение расчетных размеров сооружений, которые при экономически обоснованном уровне их надежности смогут обеспечить нормальную эксплуатацию конструкции в течение всего срока службы.

Размер этой суммы зависит от вероятности безотказной работы, причем единовременные, капитальные затраты на первоначальное строительство возрастают с увеличением этой вероятности, а потери и расходы на ремонты и восстановление - снижаются, т.е. возникает задача оптимизации уровня надежности.

Наряду с обоснованием уровня надежности работы системы необходимо рационально распределить надежность между всеми элементами системы.

Требование обеспечить равную надежность и долговечность элементов технической системы не всегда может быть реализовано поскольку менее долговечная, но более безотказная легко заменяемая конструкция или деталь системы может быть эффективнее, чем более долговечная конструкция, которая достигается многократно повторяющимися ремонтами.

Приемы обеспечения технической надежности можно условно разделить на методику обеспечения надежности систем без избыточности и то же с избыточностью, включая системы с восстановлением.

Первая основана на последовательном соединении ее элементов, поэтому чем выше требуемый уровень надежности системы, тем выше и требования к надежности отдельного элемента, особенно при большом числе элементов. Недостатком этого приема является неучет разных функций и значения элементов для конечного эффекта. Поэтому, для повышения надежности основной путь - это использование методов избыточности (резервирования) и восстановления. Их недостатки - усложнение структуры системы и ее эксплуатация при проверке состояния

from the engineering and economic point of view, so it is necessary to strive not to the maximum but to the optimum reliability providing the best use of nature, finance and other resources.

The optimum design of constructions is the determination of the designed dimensions that at the economically grounded level of their reliability may provide the normal exploitation of the construction during its life.

The size of this amount depends on the probability of the failureless operation, in which one time capital investments for the initial construction increase with increasing this probability and the losses and expenses for repair and the restoring decrease, i.e. the task of optimization of the reliability level is raised.

Along with basing the reliability level of the system it is necessary to distribute reasonably the reliability among all components of the system.

It is not always possible to meet the requirement of providing the equal reliability and the durability of the elements of the engineering system because less durable but failureless and easy replaced construction or a part of the system may be more effective than more durable construction that is achieved by means of repeated repairs.

Approaches of providing the engineering reliability may be conditionally divided into the methods of providing the system reliability without excessibility and the same with excessibility including the repaired systems.

The first one is based on the consecutive connection of its elements, therefore the higher is the required level of the reliability of the system the higher will be the requirements for the reliability of the individual component, particularly if the number of the elements is big. The drawback of this approach is the lack of consideration of various functions and the importance of the components for determining the final effect.

So, the main way of increasing the reliability is the use of the methods of excessibility (the reservation) and the

элементов. Поэтому, методы избыточности в ряде случаев оказались непригодными для обеспечения надежности (экологической безопасности АЭС, выпуска бракованной продукции - некачественной воды).

Необходим комплексный процесс достижения и поддержания требуемого уровня надежности, включающий правила управления проектированием, производством и эксплуатацией водохозяйственных систем, который решает отдельные задачи в сочетании с одной общей задачей - достижение конечной цели.

Главное условие решения этой задачи - наличие исходных данных по надежности, которые следует получить при проектировании и строительстве, но главным образом - при эксплуатации элементов водохозяйственных систем.

Улучшение показателей качества работы за счет избыточности или резервирования элементов любой технической системы, в отличие от их совершенствования, приводит к изменению состава этой системы, а надежность отдельных ее узлов, остается неизменной.

Расходы на резервирование включают расходы на изготовление или строительство, установку и эксплуатацию новых дублирующих узлов системы.

Обычно резервную мощность принимают тем больше, чем больше вероятность выхода из строя рассматриваемого объекта и чем больше времени необходимо для восстановления неисправного элемента, т.е. чем больше ожидаемый ущерб и чем менее точны исходные данные, методика расчетов и др. тому часто наиболее эффективным способом повышения уровня надежности технической системы является повышение надежности отдельных, критических ее элементов и узлов. Известно также, что резервирование на более низких уровнях (элемент, узел) обычно дешевле, чем на более высоких уровнях (сооружение).

Размер реальной стоимости, подвергающейся риску известен на момент принятия решения, а размер ожидаемой прибыли или потерь может быть определен

repair. Their drawbacks are the more complex structure of the system and its operation at checking the condition of the components. Therefore in a number of cases the methods based on excessibility are not proper for providing the reliability (the ecological safety of the atomic power stations, making products with defects, not quality water).

The complex process of achieving and maintaining the required reliability level is required including the regulations of managing the design, production and operation of the waterworks, this can solve the individual tasks and at the same time along with one common task of achieving the final goal.

The main condition of solving this problem is the availability of initial data of the reliability necessary for designing and construction, but mainly for the operation of waterworks components.

Improving the indices of the quality of the operation on account of excessibility or the reservation of the components of any engineering system in contrast to their improving will result in changing the composition of this system but the reliability of its units remains the same. Expenses for the reservation include the manufacture or the construction, the installation and the operation of new double units of the system.

Usually the higher the probability of failure of the project the more reserved capacity is taken and much more time is required for repairing of failed component, i.e. the more the expected losses the less accurate are the initial data, the method of calculation etc. Thus, often the most efficient method of increasing the reliability level of the engineering system is to increase the reliability of its individual critical components and units. It is known also that the reservation at lower levels (a component, a unit) is usually cheaper compared to higher levels of a system (a construction).

The amount of the actual cost liable to risk is known at the moment of taking a decision and the amount of the expected profit or losses may be determined only at known extent of uncertainty. The more advanced methods of the analyses of the situation and the risk are used the less may be the value (the effect) of the uncertainty factor.

только с известной степенью неопределенности. Чем более совершенны методы исследования конъюнктуры и риска, тем больше может быть снижено значение (влияние) фактора неопределенности.

В меньшей степени чувствительно предприятие, имеющее большой капитал и выпускающее изделия, услуги по широкой номенклатуре.

Предприятия чаще выбирают варианты решений, для которых равный объем доходов, можно получить с меньшим риском. Только значительный рост доходов может оправдать принятие решений, связанных с риском и возможными при этом потерями.

Допускается принятие хозяйственного риска, связанного с суммой ущерба, не превышающей суммарную стоимость объемов резервных фондов, которые создаются как на государственном, так и на региональном уровне.

Проблема образования и использования производственных, финансовых и иных резервов сравнительно мало разработана в теории и в практике хозяйственного управления. Однако значение резервов постоянно повышается как вследствие использования новых научных и технических идей так и в результате развития механизма управления рыночной экономикой.

Наличие государственных резервов и запасов на уровне предприятия помогают обеспечить стабильность функционирования при любых случайных, вероятностных изменениях внешних условий.

Управление надежностью водохозяйственной системы осложняется тем, что следует анализировать не только характеристики деятельности самой системы, но и факторы природной среды, и характеристики потребителей воды, т.е. надо оценить как отразятся принятые решения на смежные с системой звенья.

Недостаточна также роль экономических рычагов борьбы с низким качеством водохозяйственных систем на всех этапах жизненного цикла. Водопотребителями не возмещаются расходы на подачу воды, а с другой стороны, администрация систем не компенсирует ущерб потребителю от недостачи воды или от подачи некачественной воды.

The enterprise having large capital and making products or services of wide nomenclature is less sensitive. The enterprises often choose the alternatives of solutions making it possible to obtain the same profit at less risk. Only those decisions related to risk of losses may be justified that give the significant growth of profits.

The economy risk in connection with the amount of the damage is allowed if it does not exceed the summed value of the volume of the reserved funds which are set up both at the state and the regional levels.

The problem of making up and using production, finance and other reserves is not developed enough in the theory and in the practice of the economy management. However, the importance of the reserves is constantly increasing both because of applying new scientific and engineering ideas and the development of the mechanisms of management of the market economy.

Availability of the reserves and stocks at the level of the enterprise helps to provide the stability of functioning at any accidental, probable change of the external conditions.

Management of the waterworks reliability becomes more complex because it is necessary to analyze not only the performance of the system itself but also the factors of the environment and the characteristics of users of water, i.e., it is necessary to estimate the effect of the decision on the related links of the system.

The role of the economic key factors in the struggle against the low quality of the waterworks is not sufficient at all phases of the life cycle. Users of water do not get the compensation for feeding water, on the other hand, the system administration is not compensating to users losses from the deficiency of water or for water of poor quality.

In the draft laws of Russia it is suggested the market rate providing rights that justify risk. It is stated that there is no crime in making harm to interests protected by laws provided the risk is grounded for achieving useful social goals.

В проектах правовых документов России предлагается рыночная норма, которая дает право на обоснованный риск. В нем отмечается, что не является преступлением причинение вреда правоохраняемым интересам при объективно обоснованном риске для достижения социально полезной цели.

Риск признается обоснованным, если поставленная цель не могла быть достигнута не связанными с риском действиями и лицо, допустившее риск, предприняло необходимые меры для предотвращения вреда правоохраняемым интересам.

Риск не признается обоснованным, если был сопряжен с угрозой экологической катастрофы или общественного бедствия.

Управление риском - это метод борьбы с подверженностью рискам, а содержание перечня альтернативных мероприятий зависит как от формы и специфики рисков, так и от имеющихся в распоряжении руководителя ресурсов / 5 /. В России необходимо создать институт страховой экспертизы, поскольку на рынке уже действует более трех тысяч страховых компаний, некоторые из них занимаются страхованием от наводнения и других рисков в водном хозяйстве.

Подводя итоги изложенного можно заключить, что создание и обеспечение надежного функционирования водохозяйственных систем стало важной проблемой, сочетающей как технические, так и социальные и экономические аспекты.

Качество принятых решений определяются не только высокими первоначальными значениями соответствующих показателей, но и способностью сохранить эти показатели в течении срока службы системы. Поэтому, необходим переход на использование вероятностных методов расчета и обоснования параметров систем, учитывающих изменение их работоспособности во времени.

Ограничения по экономическим и природным ресурсам приводят к необходимости оптимизации параметров и показателей надежности водохозяйственных систем с учетом социальных и экологических последствий принимаемых решений.

Необходимо разрабатывать методы экономического стимулирования повышения надежности и долговечности водохозяйственных систем.

Risk is considered as grounded if the goal could not be achieved without the risk and the person had taken the necessary measures to avoid the harm to the interests protected by laws.

Risk is not considered as grounded provided it was connected with the threat of the ecological catastrophe or public disaster.

Risk management is the method of struggle against the risk liability and the list of the alternative methods depends both on the type and the particular features and available resources (5). In Russia there must be created an institute of insurance expertise because on the market already exist more than three hundred of insurance companies, some of them are dealing with insurance against floods and other risks in the waterworks.

Summarizing the above stated it may be concluded that providing the reliable operation of the waterworks has become the important task including the engineering, social and economic aspects.

The quality of decisions is determined not only by high initial indices but also by the capacity of maintaining them during the life of the system. Thus, it is necessary to use the probabilistic methods of calculation and on the base of the parameters of the system to consider the changes with time.

Limitations of the economic and nature resources demand the necessity of optimizing the parameters and indices of the reliability of waterworks taking into account the social and ecological consequences of the taken decisions.

It is necessary to develop the methods of economic promotion of increasing the reliability and the durability of waterworks.

The factors of uncertainty are acting in combination and not independently, therefore their consideration also should be complex but the risk must be estimated for the particular system.

ТАБЛИЦА 4 Методы управления риском

Величина потерь	Вероятность подверженности риску					
	очень низкая (менее 1 раза в 100 л.)	низкая (1 раз в 25 ... 100 л.)	неболь- шая (1 раз в 10... 25 л.)	нерегу- лярная (1 раз в 2... 10 л.)	большая (1 раз в 1... 2 года)	несомнен- ная (еже- годно)
Незначительная- (менее 500 ед.)	сохранить деятельность				сохранить деятельность ил создать резерв -	
Маленькая (500...1000 ед.)	создать резерв					
Умеренная (1000... 1000000 ед.)	создать резерв или застраховать		застраховать		прекратить деятельность	
Средняя (1000000... 250000 ед.)	застраховать				прекратить деятельность	
Большая (250000... 1000000 ед.)	застраховать			прекратить деятельность		
Катастрофичес- кая (более 1000000 ед.)	застраховать		прекратить деятельность			

TABLE 4 Methods of management of risks

Amount of losses	The probability of liability to risk					
	Very low (less than 1/100 years)	Low (1/25- 100 years)	Small (1/10- 25 years)	Not re- gular (1/2- 10 years)	Large (1/1- 2 years)	Certain (annually)
Insignificant (less than 500 units)	Maintain activities				Maintain activities or create a reserve	
Small(500- 1000 units)	Create a reserve					
Moderate (1000- 100000units)	Create a reserve or insure		Insure		Suspend the activities	
Medium (100000- 250000 units)	Insure				Suspend the activities	
Large (250000- 1000000 units)	Insure			Suspend the activities		
Catastrophic above 1000000 units)	Insure		Suspend the activities			

Факторы неопределенности действуют совместно, а не изолированно, поэтому их учет тоже должен быть комплексным, но риск должен оцениваться по отношению к конкретным системам.

Качество оценки показателей надежности водохозяйственной системы зависит от полноты и достоверности информации об отказах, неисправностях и последствиях, поэтому для повышения надежности и эффективности работы таких сложных технических систем как водохозяйственные, важное значение имеет сбор, обработка и статистический анализ информации об их неисправностях. Это особенно важно для объектов, надежная работа которых является одним из факторов, которые обеспечивают безопасность людей (плотины, дамбы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирцхулава Ц.Э. Повышение эффективности и надежности гидросооружений // М.: Союзводпроект. 1985. С.24-32.

2. Райзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1986.

3. Хозяйственный риск и методы его изменения. М.: Экономика, 1979. С.184.

4. Back P. Designing safety into dams // International Water Power and Dam Construction. - 1990. - Vol.42. - N 2. - p. 11-12.

5. Управление риском, Русский Ллойд, С.-П., 1993. С.54.

The quality of the estimation of waterwork reliability indices depends on completeness and truthfulness of the information of failures and their consequences, therefore for increasing the reliability and the efficiency of the operation of the comprehensive engineering systems like waterworks it is very important the collection, processing and the statistical analysis of the information of failures. This is particularly important for projects operations of which is one of the factors providing the safety of the people (weirs, dams).

REFERENCES

1. Мирцхулава Ц.Э. Повышение эффективности и надежности гидросооружений. М.: Союзводпроект, 1985. С.24-32.

2. Райзер В.Д. Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1986.

3. Хозяйственный риск и методы его измерения. М.: Экономика, 1979. С.184.

4. Back P. Designing safety into dams. International Water Power and Dam Construction. - 1990, Vol.42., No.2, p.11-12.

5. Управление риском, Русский Ллойд, С.-П., 1993. С. 54.

*Белоусов Алексей Алексеевич
ген.директор, фирма 'Бонсай'
Москва*

Необходимость создания рынка экологических услуг диктуется особенностями настоящего момента, которые на наш взгляд состоят в следующем:

1. Рынка, в общепринятом экономическом смысле в России пока нет.

2. Продолжает функционировать ресурсозатратное, экологически грязное промышленное производство и хозяйственная деятельность.

3. Сосуществуют различные формы собственности на средства производства /государственная, частная, кооперативная/.

4. Новая система управления народным хозяйством еще не отлажена, а старая практически разрушена.

5. Стремительными темпами происходит обострение экологической обстановки в России, особенно в крупных промышленных центрах.

6. При значительном падении производства количество выбросов вредных веществ в окружающую среду практически не снижается, а в ряде регионов возрастает.

7. Запущен механизм конверсии военно-промышленного комплекса, без учета экологической ситуации.

8. Значительная часть предприятий работает по устаревшим технологиям и на устаревшем оборудовании.

9. В стране сохраняется нестабильная политическая и экономическая обстановка.

10. Существующие принципы управления охраной окружающей среды: командовать и контролировать не соответствуют принципам рыночной экономики.

Однако, именно этот нестабильный период на наш взгляд, является наиболее оптимальным для формирования системы мер и усилий, направленных на выполнение основной задачи в переходный период: остановить процесс деградации нации как физической /резкое снижение количества родившихся здоровых детей за последние годы и увеличение смертности населения/, так и духовной /идеологический и культурный шок, повсеместной гражданской войны неприятия и непонимания, потеря здравомыслия, начиная

детской смертности; изменить систему управления используя принцип 'конкретная проблема-конкретное решение', дать возможность маневра денежными и материальными ресурсами администрации и предприятиям всех форм собственности на местах, привлечь к решению этой проблемы население, обесчив его достоверной экологической информацией, как это должно быть по действующему законодательству, и предложив ему пути и форму участия в решении проблемы /материальная, финансовая, социальная и др./.

Практика показала, что система управления природоохранной деятельностью, созданная в период перестройки, оказалась малоэффективной, т.к. она носит по существу запретительный характер и не стимулирует предприятия совершенствовать технологию. Мировая практика подтвердила низкую эффективность системы штрафов, а в условиях России, использующей ресурсопоглощающие производства и технологии, эта практика приводила к параличу производства. Отсюда стремление хозяйственников или любыми путями скрыть фактическое состояние дел от контролирующих органов, или договориться с конкретным чиновником. Оба этих подхода в различных комбинациях с успехом практикуются на всей территории России. Нужен такой механизм управления природоохранной деятельностью, который заинтересовывал бы производителя стремиться не загрязнять окружающую среду, а потенциального инвестора вкладывать капитал в природоохранную деятельность данного региона. Одним из возможных подходов концентрации средств для решения экологических проблем могло бы стать введение специального, например 5% налога, в рамках существующего налога на добавленную стоимость. Средства налога полностью остаются в распоряжении местной инвестиционной экологической кампании, которая решением администрации выполняет роль гаранта для отечественных и зарубежных инвесторов. Другим путем обеспечения маневра предприятиям, могла бы стать система купли-продажи прав на загрязнение, которая начала применяться в США в 80х годах в районах с наиболее сложной экологической обстановкой. По этой системе местные органы власти в рамках общего лимита на загрязнение распределяют между предприятиями своего

от государства и кончая семьей, окаменелость души нового поколения/. Эта задача по своей цели, значимости и уровню затрат сопоставима с задачей стабилизации экономики в целом. Расчеты, сделанные специалистами Германии, показали, что для поддержания нормальной экологической ситуации в стране необходимо выделять не менее 10% валового национального продукта, а реально отводится значительно меньше. Мы должны ясно понимать, что за ошибки в природоохранной политике, допущенные государством и продолжающейся деятельности экологически грязных производств, приходится платить нации своим здоровьем и деньгами, оплачивая затраты на природоохранные и восстановительные работы. Таким образом обществу приходится дважды платить за научно-технический прогресс, вкладывая ресурсы в развитие малоэффективных технологий, а затем на природоохранные мероприятия по ликвидации нанесенного ущерба. К сожалению, особенность природоохранной деятельности такова, что она требует значительных капитальных затрат при длительном времени окупаемости. Отсюда незаинтересованность инвесторов /и государства в том числе/ вкладывать капитал в эту сферу.

Фирма 'Бонсай', оказывая информационно-консалтинговые, проектные и внедренческие услуги, по освоению новых природоохранных технологий, при взаимодействии с предприятиями военно-промышленного комплекса, государственным, а также частными давно столкнулась с такой ситуацией. Так практически приостановлено проектирование оригинального цеха очистки вентиляционных и сточных вод от фенола, формальдегида и других вредных веществ на заводе по производству фольгированного гетинакса в г.Ангарске, осуществляемое в рамках конверсии из-за отсутствия финансирования, хотя бюджетом необходимые средства выделены. По той же причине резко замедлилось внедрение и монтаж модульных установок проводимое совместно с ТОО 'Экмон', по очистке сточных и промышленных вод от нефтепродуктов, жиров, масел, ПАВ, волокнистых материалов, умягчени воды для котлов ТЭЦ, хотя эти установки уже работают на предприятиях России и доказали свою работоспособность и эффек-

района специальные сертификаты /кредиты на возможные загрязнения/, в которых устанавливаются предельно допустимые уровни загрязняющих выбросов. Предприятие, имеющее суммарный выброс по конкретному веществу ниже установленного уровня, имеет право продать этот излишек любому другому предприятию этого района, положить в банк загрязнений или использовать на собственные нужды /например на расширение производства без оформления дополнительного разрешения на выброс/. Таким образом предприятие осуществляет торговлю правами на выброс, с обязательной регистрацией сделки в 'банке загрязнений'. Это позволяет снизить затраты на природоохранные мероприятия как на отдельном предприятии, так и в пределах региона. Предприятия, которым необходимо увеличить выбросы загрязняющих веществ /реконструкция, ввод новых мощностей, нежелание строительства очистных сооружений/ и имеющим выбросы выше установленного уровня в данном районе, покупают сертификаты у предприятий с низким уровнем выбросов. В условиях рынка этот механизм позволяет добиться снижения реальных затрат и значительную прибыль за счет средств, затрачиваемых на решение реальных экологических проблем. В США за 1989г. было осуществлено около 12 тысяч сделок купли-продажи прав на загрязнение, что позволило, по оценкам американских специалистов, сэкономить несколько миллиардов долларов. У этого механизма есть два достоинства: он не требует бюджетных ассигнований и может принести прибыль. Одновременно с предлагаемой системой продолжает действовать существующая система штрафов, причем верхняя планка разрешенных выбросов должна постоянно снижаться со скоростью, зависящей от обстановки, например 20% в год. В России предлагаемая система должна, вероятно, пройти соответствующую апробацию. Для этого необходим эксперимент по внедрению такой системы и отработки механизма снижения уровня загрязнений как в общем количестве, так и по конкретным видам загрязняющих веществ. Единственным фактором, определяющим правильность выбранного курса, является решение поставленной задачи и реальное улучшение экологической обстановки. В

тивность. По этой же причине практически заморожено внедрение уникальной информационно-экспертной системы, разрабатываемой нами совместно с АО "Ратис", в которой использована в качестве основного инструмента формирования архитектуры баз данных - "слайс технология". Эта система позволяет компактно представить комплекс проблем с позиции конкретного пользователя о существующем и перспективном состоянии окружающей среды, ее взаимодействии с источниками экологической нагрузки, об изменении ситуации в регионе, районе, городе, предприятии, а также выбрать наиболее эффективные и экономичные пути снижения антропогенного воздействия. Система рассчитана на руководителей всех рангов, экспертов, экологов, технологов, врачей, социологов и даже предпринимателей. Нам представляется, что в нынешних экономических условиях, решить проблему в рамках России, используя старые методы управления, нельзя. По нашему мнению для решения этой проблемы необходимо: объединить нацию идеями, например, в ближайший год-два остановить рост

связи с вышесказанным, мы предлагаем записать в решение конгресса следующее. Конгресс считает, что:

-необходимо принять неотложные меры по физическому и нравственному оздоровлению нации;

-при формировании экономической и финансовой политики Российской Федерации следует признать приоритет экологического подхода, в противном случае это может обернуться серьезными социально-экономическими потерями;

-основной задачей природоохранной политики Российской Федерации на сегодняшний день является осуществление мер, предотвращающих ухудшение экологической ситуации в стране;

-конгресс просит Правительство Российской Федерации в целях поддержки малого бизнеса и стабилизации экологической ситуации оказать содействие в организации эксперимента по отработке экономического механизма системы управления за заинтересованными предприятиями, в том числе и фирме "Бонсай", выделив для проведения эксперимента районы с различной степенью экологической напряженности.

*К.Т.Н. Григорьев Евгений Григорьевич,
СОПСИЭС.*

Процессы экономической реформы в России являются объективной предпосылкой для радикальных изменений в темпах и принципиальных направлениях формирования системы экономических отношений в сфере водопользования на основе его платности. Развитие этой системы рассматривается как важнейшее средство повышения эффективности использования водных ресурсов, восстановления и сохранения качества водной среды.

Формирование указанной системы экономических отношений в проблемном отношении возможно с позиций двух принципиально отличных подходов:

первый - платежи за водопользование имеют налоговый характер, их существо определяется затратами на восстановление и сохранение водной среды без какой-либо структуризации последних, что предполагает использование оценочных, приближенных формул и экономических оценок;

второй - платежи за водопользование имеют ценовой характер и определяются стоимостью производимой продукции в производственном секторе водопользования - воды и водохозяйственных услуг, исключая платежи за загрязнение водной среды, что дает основание для применения точных моделей цены, например

$$Ц = C + П (P_n, P_d, P_a),$$

где C - себестоимость, $П$ - прибыль, P_n - нормативная прибыль, P_d - дифференциальная рента, P_a - абсолютная рента.

Последний подход соответствует общим положениям ценообразования на продукцию ресурсодобывающих производств и позволяет находить объективные соотношения между основными составляющими цены в условиях рынка - ценой производства продукции - $C + P_n$, дополнительным экономическим эффектом - P_d , приносимым использованием данного природного ресурса, и своего рода на-

*Grigoriyev Eughenly Grigoriyevich,
Cand. Techn. Scs.
SOPSIES, Council for Allocation of Productive
Forces and
Economic Cooperation, Ministry of Economy
of Russia*

The processes of the economic reform in Russia serve as objective prerequisites for radical changes in rates and principal targets for formation of the system of economic relations in the field of water use on the basis of its charging. The development of this system is considered to be the most important means of increasing the efficiency of water resources use, restoration and maintenance of water environment quality.

From the problematical point of view, the formation of the above mentioned system of economic relations is possible from the standpoint of two quite different approaches:

- the first approach: payments for water use are of tax character, their nature is defined by the costs of restoration and maintenance of the water environment without any structurization of the costs which envisages the use of estimated approximate formulae and economic appraisals;

- the second approach: payments for water use of price character and are defined by the value of output in the production sector using water and water and water management services, excluding charges for water pollution, thus giving grounds to use accurate models of price such as

$$Ц = C + П (P_n, P_d, P_a),$$

where C - cost value, $П$ - profit, P_n - standard profit, P_d - differential rent, P_a - absolute rent.

The latter approach corresponds to the general principles of price formation for the product of the resource extractive production and makes it possible to find objective relationships among main components of the price under market conditions: cost of production - $C + P_n$, additional economic effect - P_d , due to the use of the given natural resource and a sort of tax on a water user - P_a , collected by an owner of

погом на водопользователя - Ра, взимаемым собственником водных ресурсов.

С использованием указанной ценовой модели формируется система нормативов платы за все виды водопользования:

цены за воду поверхностных и подземных источников (при водозаборе для нужд водоснабжения);

тарифы на водохозяйственные услуги (водопользование без изъятия воды из ее источников);

тарифы на прием сточных вод (по объему) в водные объекты и нормативы платы за сброс загрязняющих веществ и другие виды отрицательного воздействия на водную среду (использование водных объектов в качестве приемника сточных вод).

Реализация экономических отношений в сфере водопользования с использованием изложенной системы нормативов платы связана с решением следующих методологических проблем:

установление реальных цен на воду и водохозяйственные услуги в соответствии с принципом 'платит тот, кто использует и загрязняет';

обеспечение адекватности системы платного водопользования динамике экономических реформ в стране, что во многом определяется решением проблемы собственности на водные ресурсы и перспективами выхода из экономического кризиса;

преодоление все еще существующих представлений о бесплатности водных ресурсов;

определение численных значений ставок дифференциальной ренты на используемые водные ресурсы на основе расчета бассейновых величин замыкающих затрат на воду;

обоснование ставок абсолютной ренты как платы за право водопользования с учетом экономических интересов собственников водных ресурсов и социально-экономической значимости последних для общества в целом;

нормативно-правовое обеспечение системы платного водопользования на федеральном и региональном уровнях;

формирование базы исходных данных для расчета цен и тарифов на воду и водохозяйственные услуги. Трудности обусловлены отсутствием государственной статистики и начальным периодом выделения водного хозяйства как специализированной отрасли производства.

water resources.

The system of charge rates for all kinds of water uses is being formed with the application of the above model of prices:

- price of water from surface and subsurface sources (Withdrawal for water supply needs);

- tariffs of water management services (in-stream water use);

- tariffs for wastewater (by volume) receipt into water bodies and charging rates for disposal of pollutants and other kinds of adverse effect on water environment (use of water sources as wastewater receivers).

The implementation of economic relations in the field of water use with the help of the above system of charging rates is associated with the solution of the following methodological problems:

- establishment of real prices of water and management services in accordance with the principle 'user and polluter pay';

- provision of adequacy of the system of charged water use to the dynamics of the economic reforms in the country which to a greater extent depends on the solution of the problem of water resources ownership and on the prospects of resolving the economic crisis;

- overcoming still existing conception of water resources use free of charge;

- determination of numerical values of rates of differential rents on used water resources on the basis calculation of basin-wide values of final costs of water;

- substantiation of absolute rent rates as a payment for the right to use water with regard for the economic interests of water resources owners and socio-economic value of the latter in the society as a whole;

- provision of the standard and legal basis for the system of charged water use at the federal and regional levels;

- formation of the initial data base for calculating prices and tariffs of water and water management services. The difficulties are caused by the lack of the state statistics and by the initial stage of the existence of water management as a specialized branch of production.

*Марголин А.М.,
доктор экономических наук, профессор,
Российская академия управления.*

Лицензирование различных видов хозяйственной деятельности представляет собой одну из действенных форм государственного регулирования рыночной экономики. Использование данного инструмента в природо-эксплуатирующих отраслях народного хозяйства имеет своей целью обеспечение неразрывного единства экономической эффективности и экологической безопасности функционирования хозяйственных систем. Целесообразность широкого практического применения лицензирования в водном хозяйстве на сегодняшний день уже не вызывает принципиальных возражений, но сдерживается отсутствием необходимого правового обеспечения, важной составной частью которого должно стать утверждение положения об определении размеров и условий платежей за пользование водными объектами.

Как известно, в Законе Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» предусматриваются следующие виды платежей за природные ресурсы:

- за право пользования природными ресурсами в пределах установленных лимитов;
- за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов;
- на воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Данный подход реализован как в проекте основ водного законодательства, так и в сборнике нормативно-методических документов для введения платы за пользование водными объектами, подготовленном еще в 1992 году Комитетом по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов (в настоящее время - Роскомвод РФ). Единственное отличие состоит в том, что плата за воспроизводство и охрану природного ресурса получила название платы за использование водных объектов.

*Margolin A.,
doctor of economic sciences, professor,
Russian academy of administration*

Licensing is the effective form of state regulation economical activities. Application of this instrument in branches of industry and agriculture deals with nature use, helps to achieve the indissoluble unity of economic feasibility and ecological security. Now there aren't any principled objections against using it in water culture, but it is necessary to work out juridical standarts corresponding to the transmission period to market relations.

Water use licensing includes such important problem as the determination of water-rate. According to nature conservation law currently in force, we can discern three types of nature resources use tariff:

- nature resources using right tariff;
- tariff for reproduction and conservation nature resources;
- penalty tariff for unrational nature resources using.

In fact, nature resources using right tariff is identical to licensing charge. To divide these types of tariff means to increase licensee's total cost and, naturally, to intensify cost-push inflation. Paid licensing for water user allows state to realize the proprietorship on water resources.

The size of licensing charge (LC) may be determined in a following way:

- firstly, we have to calculate minimal size of LC with taking into consideration total cost of licensing process;
- secondly, we have to declare the competition among potencial water users, who can provide ecological security (opportunities of every claimants must be sent for analysis) and pay minimal size of LC;
- thirdly, winner of competition gets licensee's rights and duties.

Например, в сборнике нормативно-методических документов (в дальнейшем изложении – «Сборник...»), прямо указывается, что «норматив платы за пользование водными объектами по своему содержанию представляет реализацию экономических прав собственника природных ресурсов», т.е. имеет выраженную рентную природу.

Необходимость учета водной ренты при определении платежей за пользование водными ресурсами аргументировалась академиком Т.С.Хачатуровым следующим образом: «Подобно тому, как дифференциальная земельная рента зависит от дополнительного дохода, получаемого при неодинаковом использовании земли (пашня, луг, застройка, дорога и т.д.), что может отражаться на цене данного участка, так и дифференциальная рента на воду из одного и того же источника (реки, озера) зависит от направления ее использования, а этим определяется оценка воды» (см. «Экономика природопользования», Москва, «Наука», 1987). Как известно, природа происхождения дифференциальной земельной ренты связана с ограниченностью земли, пригодной для сельскохозяйственной обработки и необходимостью вовлечения в оборот менее плодородных земель для удовлетворения потребностей населения в продуктах питания. Воспользуемся приведенной выше аналогией Т.С.Хачатурова для выяснения роли рентных отношений при определении стоимостной оценки водных ресурсов.

Обратим внимание, что получение ренты не связано с предпринимательской деятельностью собственника. Именно таким образом и формируется доход от предоставления во временное пользование земли и жилья, а также банковского кредита. В условиях государственной собственности на водные ресурсы, по сути дела, единственной формой учета водной ренты может быть продажа юридическим (или физическим) лицам права водопользования с учетом дефицитности и качества водных ресурсов в конкретном речном бассейне. Попытка реализа-

Discribed method reflects the market model of formation water rent with calculation of effective demand (by analogy with dwelling or land lease rent). The simplified procedure of determination tariff for reproduction and conservation of water resources may be suggested for the discussion. The basis of it is the distribution of total cost, providing normal water object's work, among all water users in salary proportion.

The problem of determination size of water pollution payment has independent significance. We can't agree with current practice of including it into basic cost if concentration of any ingredients exceeds critical level. It is impossible to create technologies without any waste, application of which is stimulated by type of payment under consideration. Therefore this payment is the shortest way to intensify cost-push inflation too. In Russian economy this circumstance is very actual, because the level of monopolization is higher than in many other countries. We'll lower try to formulate following principles of water pollution payment's determination:

- refusal of including it into basic cost if critical concentration of any pollution ingredients is not exceeded;
- ensuring effective inspection of pollution escape;
- working out mechanism of paid nature using ensuring preference to prevention of nature pollution from control of it negative consequences.

It is evident that introduction of market mechanism of paid nature using to stimulate application of resources saving, will inevitably increase total cost and price of goods and services. But this argument is not sufficient for refusal from integration requirements of ecological security into market economy because there is a real danger of deepening ecological crisis. Nature use licensing (and water use licensing, in particular) seems to be such an instrument which can insure final consumer's interest against the uncontrolled growth of price.

ции подобного подхода предпринята в «Сборнике...» в соответствии с которым плата за право пользования водой, забираемой, например, из бассейна Волги в Поволжском экономическом районе в два раза превышает плату за право пользования водой из бассейна Оби в Уральском экономическом районе. На первый взгляд все выглядит логично, так как степень дефицитности водных ресурсов в бассейне Волги неизмеримо выше, чем в бассейне Оби. Но, по нашему мнению, предлагаемая дифференциация тарифов за право пользования водными ресурсами направлена не на изъятие ренты, а на стимулирование размещения водоемких производств в речных бассейнах с наименее напряженными водохозяйственными балансами. Дело в том, что при практическом использовании рассмотренной выше дифференциации платежей за право водопользования, ренту получит потребитель, забирающий воду из бассейна реки Оби, так как ему удастся получить ресурс лучшего качества по более низкой цене. Отмеченные соображения свидетельствуют о том, что попытка применить апробированную концепцию дифференциальной земельной ренты в качестве аналога для централизации водной ренты в различных речных бассейнах не приведет к положительным практическим результатам.

Представляется, что по своему экономическому содержанию взимание с субъектов хозяйственной деятельности платы за выдачу лицензий и является формой реализации права государственной собственности на водные ресурсы. Причем при определении размера лицензионного сбора вполне возможен учет закона соответствия рыночного спроса и предложения. Механизм такого учета может состоять в следующем:

- на первом этапе рассчитывается минимальный размер лицензионного сбора исходя из затрат на изготовление, учет и хранение бланков лицензий, информационно-справочное и консультационное сопровождение процесса лицензирования; затрат на проведение мероприятий, связанных с совершенствованием лицензионных условий;

- оплата величины лицензионного сбора в минимальном размере служит основанием (наряду с обеспечением экологических требований) допуска потенциального претендента на получение лицензии до участия в конкурсе;
- на втором этапе конкурс проводится на условиях закрытого тендера, в котором конкурсная комиссия при определении победителя учитывает предложения претендентов по увеличению размера лицензионного сбора по сравнению с минимальным уровнем;
- лицензия выдается победителю конкурса в том случае, если он в течение десяти дней с момента подведения итогов оплатил разницу между суммой, указанной в его заявке и минимальным размером лицензионного сбора, уплаченным ранее.

В данном случае будет реализован рыночный механизм формирования водной ренты, величина которой определится платежеспособным спросом на ресурс собственника (по аналогии с арендой жилья, абсолютной рентой на землю, получением банковского кредита). Предпринятая в «Сборнике...» попытка поставить величину платы за пользование водным объектом в зависимость от эффективности использования основных фондов водохозяйственного назначения может привести лишь к бесплодным дискуссиям о размере нормы эффективности такого использования и выборе процедуры определения их стоимостной оценки (в условиях инфляции - в особенности).

Следует отметить, что наша принципиальная позиция заключается в безусловном приоритете конкурсной системы предоставления лицензий на право пользования водными объектами перед аукционной. При аукционной системе победителем должен был быть его участник, предложивший наибольшую плату за пользование водным объектом. Но уже наличие экологических ограничений при отборе потенциальных претендентов делает проведение аукциона по существу невозможным и предполагает дальнейшую реализацию механизма коммерческого конкурса. Как отмечалось выше, помимо платы за право водопользования, необходимо также предусмотреть и плату за использование водных объектов, величина которой рассчи-

тывается, исходя из необходимости возмещения затрат на содержание водных объектов и эксплуатацию водохозяйственных сооружений; восстановление водных объектов, охрану вод и защиту от вредного воздействия вод окружающей среды.

В общем виде расчетная формула для определения платы за использование водных объектов, обозначаемой ниже – Ц, приведенная в «Сборнике...», выглядит следующим образом:

$$Ц = \frac{C1 + C2 + E \times \Phi}{O}$$

где:

- C1 – эксплуатационные издержки на содержание и ремонт водохозяйственных и других фондов, текущие затраты на предотвращение вредного воздействия вод и охрану малых рек в пределах границ водного объекта;
- C2 – затраты на изучение, оценку и охрану водных ресурсов;
- E – норма рентабельности фондов, обеспечивающая расширенное воспроизводство;
- Φ – стоимость основных фондов водного хозяйства;
- O – объем забора воды в пределах установленного лимита (для видов пользования водными объектами без изъятия водных ресурсов величина «O» характеризует соответственно годовую выработку электроэнергии; годовой объем грузооборота транспорта; годовое количество млн.чел. дн. организованного отдыха при рекреационном использовании объекта и т.д.).

Использование приведенной формулы неизбежно столкнется с проблемой распределения стоимости производственных фондов комплексного назначения и затрат на изучение, оценку и охрану водных ресурсов между отдельными водопотребителями. Предлагаемый рядом исследователей алгоритм такого распределения пропорционально получаемому водопотребителями водохозяйственному эффекту реализовать в условиях рыночной экономики затруднительно, например, из-за несоответствия между балансовой и рыночной стоимостью основных фондов водохозяйственного назначения.

Представляется, что процедуру определения платы за использование водных объектов можно предельно упростить, распределив суммарные издержки по обеспечению нормального функционирования водного объекта, рассчитанные с учетом нормативной прибыли, между всеми водопользователями пропорционально фондам оплаты труда, начисленным в организациях-водопотребителях.

Аналогично структуре любой цены, в размере платы за использование водного объекта заложена и прибыль, которая в рассматриваемом случае пойдет в доход государства. Если следовать теории ренты, то речь в данном случае может, видимо, идти об изъятии монополярной ренты, которая в дальнейшем направляется государством, в первую очередь, на расширенное воспроизводство, улучшение качества и охрану водных ресурсов. Изменяя размер монополярной ренты (то есть варьируя долей прибыли в цене воды в источнике), государство может дифференцировать цену на воду для различных отраслей народного хозяйства. Нетрудно предвидеть, что те отрасли, которые получают наибольшие льготы, будут менее всего заинтересованы во внедрении водосберегающих технологий (как, например, в сельском хозяйстве). По своему экономическому содержанию увеличение размера монополярной ренты связано не столько с платой за использование водного объекта, сколько представляет собой разновидность реализации прав собственника на ресурс. Таким образом, органы государственного управления могут использовать комбинированную форму взимания платы за право пользования водным объектом:

а) в виде единовременного вознаграждения при подведении итогов коммерческого конкурса и определения величины лицензионного сбора методом закрытого тендера;

б) в виде ежегодного изъятия монополярной ренты.

Для полноты изложения рассмотрим также возможную роль абсолютной ренты при определении платы за использование водного объекта. Как известно причины появления абсолютной ренты – монополия частной собственности на землю и более низкое органическое строением капитала в сельском

хозяйстве по сравнению с промышленностью. Но в соответствии с проектом основ водного законодательства водные объекты государственного водного фонда приватизации не подлежат. Что же касается водного хозяйства, то оно относится к фондоемким отраслям с достаточно высоким органическим строением капитала, следовательно, условия возникновения абсолютной ренты в нем отсутствуют.

Помимо рассмотренных выше платежей за право пользования и использование водных объектов в договоре об условиях выдач лицензии должен указываться и размер платы за сверхлимитный забор воды. Величина этой платы может быть принята равной замыкающим оценкам водных ресурсов в речном бассейне.

Самостоятельный аспект проблемы платного природопользования представляет отражение в договоре размеров платы за загрязнение окружающей среды, которая в соответствии с действующим законодательством взимается:

- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды загрязнения в пределах установленных лимитов;
- за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов и другие виды загрязнения сверх установленных лимитов.

Отметим, что мы не можем разделить сложившейся практики отнесения на себестоимость производимой продукции платежей за сброс в водные объекты загрязняющих веществ, концентрация которых не превышает предельно-допустимые. Безотходные технологии, применение которых стимулируется данными платежами, технически неосуществимы и представляют собой такое же абстрактное понятие, как «идеальный газ», «рынок совершенной конкуренции» и т.д. Такие платежи приводят лишь к необоснованному увеличению цен на готовую продукцию. Если в практике предоставления лицензий не допускать либерализации размеров устанавливаемых лимитов сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, то в научном плане проблема сведется к обоснованию размеров платы за сбросы в водные объекты загрязняющих веществ, концентрация которых выше ПДК. Ее решение должно основываться на принципе приоритета профилактики загрязнения природной среды перед борьбой с негативными последствиями при помощи

штрафных санкций.

Следует отметить, что введение рыночного механизма платного природопользования в полном объеме, стимулирующего практическое применение ресурсосберегающих, природоохранных и малоотходных технологий, неизбежно приведет к определенному росту издержек производства, а следовательно и к повышению цен на готовую продукцию. Применительно к экономике России данное обстоятельство приобретает особую актуальность из-за высокого уровня ее монополизации. Дефицит, а следовательно и неэластичный спрос, на монополю выпускаемую продукцию создает предприятиям-монополистам достаточные предпосылки для переложения бремени реализации природоохранных программ на потребителя.

Это не должно рассматриваться однако в качестве достаточного аргумента для отказа от интеграции требований обеспечения экологической безопасности функционирования хозяйственных систем в рыночную экономику. *Во-первых*, в переходный период государство могло бы частично амортизировать рост цен, вызванный увеличением средозащитных затрат предприятий, путем экологических субсидий. Их возможный источник – экономия бюджетных расходов за счет перераспределения компетенции и ответственности по реализации экологических программ на уровень предприятий. *Во-вторых*, отказ или символическое введение механизма платного природопользования, не создающее действенных стимулов к внедрению природоохранных технологий, неизбежно приведет к дальнейшему обострению экологического кризиса. *В-третьих*, рассматриваемый рост цен является неизбежной платой за долготетнее пренебрежение к проблеме ухудшения качества природной среды. *В-четвертых*, с точки зрения тактики проведения рыночных реформ, упустить шанс введения механизма платного природопользования в условиях некоторой адаптации потребителя к инфляционному росту цен, было бы легкомысленно.

В заключение отметим, что объективное определение размеров платежей за использование природных ресурсов в процессе лицензирования природопользования (и, в частности, водопользования) является действенным инструментом страхования интересов конечного потребителя от неконтролируемого роста цен.

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТЫ ЗА
ПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ В
ПРИМОРСКОМ КРАЕ

*Пономарев Владимир Петрович
Кандидат географических наук, доцент
Администрация Приморского края*

Плата за пользование пресными и минеральными подземными водами в Приморском крае введена в 1993-94 годах на основании федеральных и краевых законодательных и нормативных актов /1-6/ с целью:

регулирования водопользования, стимулирования рационального использования и охраны подземных вод от загрязнения и истощения;

формирования финансовых средств местных, краевого и республиканского бюджетов и краевого целевого внебюджетного фонда воспроизводства и охраны природных ресурсов.

Платежи за пользование подземными водами взимаются со всех предприятий, учреждений, организаций независимо от форм собственности, граждан, иностранных граждан и юридических лиц, использующих подземные воды, а также занимающихся их поисками и разведкой.

Установлены следующие виды платежей за пользование подземными водами:

за право на поиски и разведку подземных вод;

за право на добычу подземных вод в пределах лимита;

за право пользования подземными водами, не связанного с поисками, разведкой и добычей подземных вод (извлечение воды при разработке месторождений твердых полезных ископаемых, при строительном и эксплуатационном водопонижении, защите территории от подтопления, вертикальном дренаже мелиорируемых территорий, нагнетании воды при создании гидравлических завес и т.д.);

за сверхлимитное изъятие и нерациональное использование подземных вод;

платежи возмещения затрат на восполнение (воспроизводство) минерально-сырьевой базы.

Плата за право на поиски и разведку подземных вод взимается в форме регулярных платежей в течение всего периода

THE EXPERIENCE OF DETERMINATION OF
THE CHARGE FOR UNDERGROUND WATER
USE ON THE SEASIDE TERRITORY.

*V.P. Ponomaryov, D.Geogr.,
the Seaside Territory's Administration.*

On the Seaside Territory the charge for fresh and mineral underground water use has been introduced in 1993 - 1994 on the base of the federal and territorial legislative and normative acts /1-6/ for the purpose of:

regulation of water use, stimulation of underground water high productive use and its protection against pollution and impoverishment;

generation of funds for local, territorial and federal budgets and for target-oriental fund of natural resources restoration and protection.

The charges for underground water are collected from all enterprises, firms, organizations independent of property's forms as well as from citizens, foreigners and juridical persons using this water and engaging its prospecting and exploration.

The following forms of the charge for underground water use have been fixed for:

being eligible for engaging its prospecting and exploration;

being eligible for its extraction within a limit;

being eligible for its use not connected with prospecting, exploration and extraction of ground water (water extraction in mining, water drawdown under construction and operation, territory protection against submergence, vertical drainage of reclaimed lands, water pump-feed in hydraulic curtains and others);

over-limited extraction and non-productive use of ground water;

charges for reimbursing costs on reproduction of minerals and raw materials.

The charge for ground water prospecting and exploration is taken in the regular payments during all the period of these works as

проведения поисков в размере 1-2 процентов, за право на разведку - 3-5 процентов годовой сметной (договорной) стоимости работ.

При продлении срока пользования недрами для завершения поисковых и разведочных работ размер ранее установленной платы увеличивается в 1,5 раза.

Плата за право на добычу подземных вод в пределах выделенных лимитов взимается в виде разового и регулярных платежей. Разовые платежи определяются территориальными подразделениями Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр и не могут быть меньше 10 процентов величины регулярного платежа в расчете на среднегодовую проектную мощность добывающего предприятия.

Регулярные платежи за право на добычу пресных подземных вод в пределах лимита составляют 2-8 процентов от стоимости пресных подземных вод без налога на добавленную стоимость. Стоимость 1 куб. метра пресной подземной воды установлена на территории Приморского края как единая по краю, исходя из средней себестоимости добычи подземных вод, в размере 221 рубль в ценах четвертого квартала 1993 года. Для определения стоимости пресной воды в конкретный период применяются индексы, учитывающие величину инфляции, опубликованные в статистических бюллетенях Приморского краевого управления статистики.

При расчете конкретной процентной ставки отчислений от стоимости воды в уплату за пользование пресными подземными водами за основу принимается максимальное значение (8 процентов). В зависимости от качества подземных вод, обеспеченности запасами, географо-экономических условий, гидрогеологических условий вводятся следующие понижающие коэффициенты:

- 1) в зависимости от качества подземных вод: экологически чистая вода - $K=1,0$; качество воды согласно ГОСТу 2874-82 "Вода питьевая" - $K=0,9$; при использовании в хозяйственно-питьевых целях требуется специальная водоподготовка - $K=0,7$; использование возможно только для технических целей - $K=0,5$.
- 2) в зависимости от географо-экономических условий:

1 to 2 per cent, for being eligible for exploration - cost of works production.

Extending the term of the contract for completing of prospecting and exploration works the amount of before-fixed payment is increasing 1.5 times.

The charge for being eligible for ground water extraction within fixed limits is taken as one-time and regular payments. The one-time ones are set up by the Territorial Branches of the Federal Committee of Russia on Geology and Bowels Use and cannot be less than 10 per cent from regular payment's amount on an annual average full commercial capacity - basis of this enterprise.

The regular payments for fresh ground water extraction within a limit amounts to 2 to 8 per cent from the fresh ground water's cost without taking account the value-added tax. The cost of one m³ of this water was fixed as common over all the Seaside Territory on the base of mean manufacturing cost of fresh ground water and amounted to 221 roubles in the prices of the last quarter of 1993. For estimating fresh water's cost over a particular period there are coefficients taking into account inflation and publishing in the statistic Bulletins over the Seaside Territory.

Calculating the particular rate (in per cent) of assignments for fresh ground water use its maximum (8 per cent) was taken as basic. Depending on ground water's quality, water supply capacity, hydrographic, geographic and economical conditions the following reducing coefficients are involved:

- 1) Ground water's quality:

$K=1.0$ - the ecologically pure water, $K=0.9$ - the "drinking water" according to GOST 2874-82, $K=0.7$ - the water requires special water treatment for tap use, $K=0.5$ - the water can be used only for industrial purposes;

- 2) Geographical and economical conditions:

$K=1.0$ - the regions with high infrastructure,

районы с развитой инфраструктурой, недалеко от потребителей К -1,0;
районы с развитой инфраструктурой - К - 0,9; районы со слаборазвитой инфраструктурой - К -0,8; районы с неразвитой инфраструктурой - К -0,7.

3) в зависимости от условий залегания: напорные водоносные горизонты (комплексы) при мощности водоупора более 10 м - К -1,0;
комплекс неразделенных водоупором аллювиальных четвертичных вод и пластовых и трещинных вод более древних отложений - К-0,9;
первый от поверхности водоносный горизонт (комплекс)- К-0,8.

4) в зависимости от обеспеченности запасами:
артезианские бассейны -К -1,0;
гидрогеологические массивы: долины рек -К -0,8; водоразделы -К -0,6.

Окончательная процентная ставка определяется умножением максимального значения процентной ставки (8 процентов) на все коэффициенты. Если полученная в результате расчетов величина платежа меньше установленного Правительством минимального уровня, принимается минимальный уровень, равный 2 процентам.

Плата за право пользования пресными подземными водами для целей, не связанных с поисками, разведкой и добычей подземных вод, устанавливается исходя из возможности их применения для водоснабжения в каждом конкретном случае при лицензировании.

Платежи за право на добычу минеральных подземных вод в пределах лимита осуществляются в виде регулярных платежей с начала добычи в течении всего срока действия лицензии. Размеры платы зависят от вида использования и типа минеральных вод.

При использовании минеральных вод для продажи платежи составляют от 5 до 10 процентов стоимости воды, исчисляемой по ценам ее реализации без учета налога на добавленную стоимость. При использовании минеральных вод в санаторно-курортном лечении без продажи размер платежей за право на добычу определяется в зависимости от типа воды, ее запасов, себестоимости добычи, бальнеологической ценности, распространенности, наличия инфраструктуры и прочих внешних условий. Сумма этого платежа в цене путевки

close to users, K=0.9 - the regions with high infrastructure, K=0.8 - the regions with weak infrastructure, K=0.7 - the regions with undeveloped infrastructure;

3) Water-bearing deposit conditions:

K=1.0 - the pressure water-bearing horizons with power water-proof layer more than 10 m., K=0.9 - water-bearing horizons of alluvial deposits without impermeable layers and waters of more ancient deposits, K=0.8 - the first water-bearing horizon from surface.

4) Water supply capacity:

K=1.0 - artesian basins, K=0.8 - hydrogeological massives: river valleys, K=0.6 - divide lines.

The final rate (in per cent) can be determined by multiplication of its maximum (8 per cent) on the all coefficients. If the calculated payment value is less than the fixed minimum one the minimum value equal to 2 per cent is assumed.

The charge for fresh ground water use not connected with its prospecting, exploration and extraction is set on the base of its using for water supply purposes in each particular case under licence.

The charges for being eligible for extraction of mineral ground water within a limit take place in the form of regular payments during all the period of licence acting from the beginning of its extraction. This payment depends on using from and mineral water type.

If mineral water is using for sale the charge amounts to 5 to 10 per cent from mineral water cost in the prices of its realization without the value-added tax. When mineral water is used for medical purposes but without sale the charge amount is combined depending on water type, its reserves, manufacturing cost of its extraction, medical usefulness, its abundance, infrastructure of the region etc.

This charge sum inserted into the price of pass to a sanatorium mustn't be more than

на санаторно-курортное лечение не должна превышать 5 процентов ее стоимости с пересчетом на стоимость одного кубического метра минеральной воды.

При реализации части минеральной воды на экспорт или по бартеру в общую стоимость воды включается ее экспортная часть в иностранной валюте и стоимость бартерной части, оцениваемая по рыночному курсу на аналогичный продукт на момент его реализации.

За сверхлимитную добычу подземных вод и (или) нерациональное их использование (использование воды питьевого качества для технических целей или для орошения, необоснованный сброс дренажных вод в поверхностные водотоки и водоемы и т.д.) плата взимается в пятикратном размере от установленного норматива платы за право на добычу.

Платежи возмещения затрат на восполнение минерально-сырьевой базы производятся только при использовании минеральных вод в размере 5 процентов от стоимости реализации добытых для продажи минеральных вод. Для условий санаторно-курортного лечения платежи на восполнение составляют 3,5 процента от стоимости путевки с пересчетом на стоимость одного кубического метра минеральной воды.

Окончательные размеры платы за пользование подземными водами по каждому объекту, форма, условия и сроки их внесения устанавливаются в процессе лицензирования и фиксируются в лицензии.

Затраты пользователей на платежи за право на поиски, разведку, добычу и восполнение минерально-сырьевой базы относятся на себестоимость производства работ. Платежи за сверхлимитное изъятие и нерациональное пользование пресными подземными водами производятся из прибыли, остающейся в распоряжении пользователя.

От платы освобождаются:

водопользователи, добывающие при помощи колодцев и скважин глубиной до 20 м пресные подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта, не используемого для централизованного водоснабжения, и употребляющие их только для личных нужд, если отбор не превышает 5 куб.м в сутки; пользователи недр, ведущие гидрогеологическую съемку, контроль за режимом подземных вод, а также иные работы,

5% from its cost in terms of the cost of one m³ of this water.

Realizing a part of mineral water as export or barter goods it's necessary to add its export price in hard currency and its barter part to the total cost of mineral water.

For the over - limit extraction and (or) unproductive use of ground water (using the pure water for technical purposes or irrigation, intentional discharge of drainage water into surface flows and reservoirs etc.) the charge is taken five-fold from fixed standard one.

The charges for reimbursing costs on reproduction of mineral and raw materials take place only under condition of mineral water use amounting to 5 per cent from the realization cost of mineral water for sale. If mineral water is using for medical treatment purposes the charges for the reproduction will amount to 3.5 per cent from the price of pass to a sanatorium in terms of the cost of one m³ of this water.

The final amounts of the charges are established by licence and fixed in it qualified the from, the conditions and the data of payment on each object.

Water users' consumptions on the payments for being eligible for prospecting, exploration, extraction of the ground water and its reproduction are charged off the mean manufacturing cost of these works production. The payments for over-limited extraction and unproductive use of the fresh ground water are taken from user's profit.

Some water uses can be exempted from the charge:

if they extract the fresh underground water through wells and artesian holes upto 20 m depth from the first water-bear horizon which isn't using for centralizatio water supply, and this water is used only for domestic purposes and its discharge isn't more 5 m³ per day;

if they carry out hydrological survey, underground water regime control and other works not disturbing a bowels wholeness.

проводимые без нарушения целостности недр.

Плата за пользование подземными водами распределяется следующим образом:

плата за право на поиски и разведку, за пользование подземными водами в целях, не связанных с поисками, разведкой и добычей, поступает в бюджеты районов и городов, на территории которых осуществляется данное водопользование;

плата за право на добычу подземных вод в пределах лимита поступает в бюджеты районов и городов, на территории которых осуществляется добыча (50 процентов), в краевой бюджет (25 процентов) и в республиканский бюджет Российской Федерации (25 процентов);

Платежи за сверхлимитное изъятие, нерациональное пользование подземными водами и на восполнение минерально-сырьевой базы поступает на счет целевого фонда воспроизводства и охраны природных ресурсов.

ИСТОЧНИКИ

1. Закон Российской Федерации "О недрах" (Москва, 1992).

2. Закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды" (Москва, 1991).

3. Положение о порядке лицензирования пользования недрами (Постановление Верховного Совета Российской Федерации от 15.07.92 № 3314-1, Москва, 1992).

4. Положение о порядке и условиях взимания платежей за право на пользование недрами, акваторией и участками морского дна (Постановление Правительства Российской Федерации от 28.10.92 № 828, Москва, 1992).

5. Постановление администрации Приморского края от 19.04.94 № 177 "Об утверждении порядка платы за пользование пресными подземными водами в Приморском крае", (Владивосток, 1994).

6. Решение Малого Совета Приморского краевого Совета народных депутатов от 17.02.93 № 192 "О введении платы за использование минеральных вод и лечебных грязей в Приморском крае", (Владивосток, 1993).

The payment for underground water use is distributed in following way:

the payment for prospecting and exploration works as well as for ground water use not connected with the above-mentioned works comes into the budgets of regions and towns on territory of which takes place the given water use;

the payment for underground water extraction within a limit comes into the budgets of regions and towns on territory of which occurs the water extraction (50%), into the territorial budget (25%) and into the federal one (25%);

the payments for over-limited extraction, unproductive use of its water and its reproduction come on the target-oriented fund of restoration and natural resources control.

LITERATURE

1. Legislation of the Russian Federation "About bowels of the earth" // Moscow, 1992.

2. Legislation of the Russian Federation "About the nature environment protection" // Moscow, 1991.

3. Regulation for the procedure of the license making for use of bowels of the earth. // Resolution of the Supreme Soviet of the Russian Federation from 15.07.92 N3314-1, Moscow, 1992.

4. Regulations for the procedure and conditions of the fees charging for use of bowels of the earth, areas of water and seabed // Resolution of the Russian Federation Government from 23.10.92 N 828, Moscow, 1992.

5. Resolution of the Maritime region administration from

19.04.94 N 177 "About confirmation of the procedure of the fresh underground waters in Maritime region".

6. Decision of the Small Soviet of the Maritime regional Soviet of national deputies from 17.02.93 N192 "About putting into operation the fee for use of mineral waters and medical muds in Maritime region" // Vladivostok, 1993

ЧИСЛЕННАЯ ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССА ТОРГОВЛИ РАЗРЕШЕНИЯМИ НА СБРОС СТОЧНЫХ ВОД

*Рюмина Елена Викторовна доктор
экономических наук Институт проблем
рынка РАН*

При торговле разрешениями каждый участник решает задачу минимизации целевой функции:

$$S_{4i0} (c_{4i0} + 7S_{4j0} (p_{4i5j0} + a_{4i5j0})) \min (1),$$

где S_{4i0} - затраты i -го участника на очистку стоков до концентрации загрязнителей c_{4i0} ; p_{4i5j0} - цена продажи разрешения на сброс сточных вод; a_{4i5j0} - объем торговли разрешениями между участниками i и j .

В оптимизационных моделях водоохранной деятельности для административно-командной системы управления критерий был:

$$7S_{4i0} S_{4i0} (c_{4i0}) \min (2).$$

Может быть показано, что если торговля разрешениями использует все возможности для каждого участника снизить свои затраты на соблюдение норм, то в результате очистка сточных вод будет осуществляться в соответствии с критерием минимизации суммарных затрат на очистку. Т.е. решения задач (1) и (2) тождественны.

Этот вывод дает возможность использовать для имитации торговли разрешениями на сбросы результаты моделирования водохозяйственных систем, выполненного для административно-командной системы. Кроме того, решение водохозяйственных задач (2) является необходимым этапом контроля за торговлей разрешениями на сбросы сточных вод.

Для имитации процесса торговли разрешениями важным вопросом является принцип определения этих разрешений. Был взят принцип авенства концентрации вредных веществ в сбрасываемых стоках разными водовыпусками. Т.е. решалась задача поиска максимальной концентрации загрязнителя, единой для всех водовыпусков, которая обеспечивает выполнение ограничений на ПДК.

Полученная максимальная концентрация

IMITATION OF TRADE BY LIMITS ON SEWAGE DISCHARGE

*Elena V.Ryumina Doctor of science Market
Problem Institute*

Each participant of trade by limits decides a minimization task with criterion:

$$S_{4i0} (c_{4i0} + 7S_{4j0} (p_{4i5j0} + a_{4i5j0})) \min(1),$$

where S_{4i0} - is cost of sewage purification for participant i ; c_{4i0} - is concentration of pollutant purification for participant i ; p_{4i5j0} - is a price of limit on discharge of sewage in trade between participants i and j ; a_{4i5j0} - is volume of trade between participants i and j .

In the past we decided a task of sum cost minimization:

$$7S_{4i0} S_{4i0} (c_{4i0}) \min (2).$$

May be shown that if trade by limits uses all possibilities for each participant to reduce costs for sewage purification then purification will be produced in accordance with criterion of sum cost minimization; i.e. the results of tasks (1) and (2) are the same.

This conclusion permits to use command-control models of water optimization (2) for imitation of trade by limits on sewage discharge. And what is more, construction of model (2) is necessary stage of control system of trade by limits on sewage discharge.

The main question in imitation of trade by limits is method of setting these limits. Equality of pollutant concentration in discharged sewage for all participants was used for setting limits in our experiment. Then the task of calculation of highest possible concentration (which ensures the permissible pollutant concentration in river) was decided.

This highest possible concentration is an

является начальной точкой для процесса торговли, а оптимальная концентрация в 2-задаче оптимизации водохозяйственного комплекса конечной точкой. Задача состоит в описании процесса перехода от начальной к конечной точке путем торговли разрешениями.

Имитация процесса торговли включает в себя следующие этапы:

1. Поиск оптимального решения задачи минимизации суммы затрат на очистку сточных вод (2)
2. Назначение разрешений на сброс сточных вод для каждого водовыпуска. Эти два этапа позволяют разделить участников на продавцов и покупателей разрешений.
3. Выбор цены разрешения для каждой торговой сделки.
4. Расчет выигрыша от продажи (покупки) разрешений для каждого участника.

В качестве основы для имитации процесса торговли была взята ранее решенная задача оптимизации системы водоохраных мероприятий. Эта система включала 5 контрольных створов и 5 мощных выпусков сточных вод. В каждом выпуске могут быть проведены различные мероприятия по очистке сточных вод. Число вариантов очистки в каждом выпуске - от 4 до 6. Экономическим показателем варианта являются приведенные затраты на его реализацию.

Ранее была решена задача оптимизации и получены решения по критерию (2). Рассматривались показатели БПК. В результате расчетов получено, что максимальная концентрация равна 5,137 мг/л и она устанавливается для всех водовыпусков в качестве разрешения на сброс.

Среди 5-ти водовыпусков 2 водовыпуска оказались покупателями разрешений и 3 продавцами. Цены разрешений для имитации определялись с учетом соотношения предельных затрат на очистку, а также с учетом соотношения спроса и предложения.

Показано, что торговля разрешениями на сброс, удовлетворяя требованиям к качеству воды в источнике, дает выигрыш абсолютно всем ее участникам. Затраты каждого снижаются, и в отдельных случаях значительно, сравнении с вариантом достижения того же качества воды при отсутствии торговли, т.е. строго в соответствии с разрешениями.

initial point and optimal concentration in task (2) is a final point for trade by limits. Our task is transition from initial to final point by imitation of trade.

The imitation of trade process includes the following stages:

1. Search of the optimal decision of the task for minimization of sum purification cost (2).
2. Setting the limit on sewage discharge for each participant. As a result of these two stages all participants are divided into sellers and buyers in trade by limits.
3. The prices of limits are imitated for trade.
4. The gains from trade are calculated for each participant.

A command-control model for water resource was used as a numeral base for imitation of trade. This model includes five control points and five points of powerful sewage discharges. There are different methods of sewage purification for each participant. Variants of purification methods are from four to six in each point. Economic characteristic of each method is cost for purification.

Formerly optimization model (2) for this concrete river was constructed and optimal concentrations for each participant were received. Then the highest possible concentration was calculated. It is 5.137 mg/l for biological need in oxygen for each participant as a limit.

There are two participants as the buyers and three participants as the sellers among five points of sewage discharge. The prices in this trade process are calculated in accordance with purification costs and relation between supply and demand of rights on pollution.

It was shown that trade by limits on sewage discharge ensuring the permissible pollutant concentration in river gives a gain for all participants. Costs of each participant are reduced in comparison with variant of reaching the permissible concentration in control points only with purification in accordance with limits without trade by these limits.

*Дино Синигалия,
руководитель отдела тех. содействия,
Европейский Союз,
делегация Европейской комиссии
в Москве*

Программа ТАСИС (Программа технического содействия Европейского союза для стран СНГ, – прим. перев.) представляет собой инициативу Европейского союза для новых независимых государств и Монголии, которая способствует развитию гармоничных и перспективных экономических и политических связей между Европейским союзом и этими государствами-партнерами. Целью этой программы является поддержка инициатив государств-партнеров, направленных на развитие обществ на основе политической свободы и экономического процветания.

ТАСИС осуществляет это за счет предоставления гарантированной финансовой поддержки процессов преобразования к рыночной экономике и демократическому обществу в этих государствах.

За первые четыре года реализации с 1991 по 1994 гг. в рамках ТАСИС предоставлено более 1870 млн. ЭКЮ для начала более чем 2000 проектов.

ТАСИС тесно сотрудничает с государствами-партнерами с целью определения размера фондов, которые необходимо истратить. Это гарантирует, что финансирование со стороны ТАСИС соответствует политики каждого государства в области осуществления реформирования и выбранным приоритетам. Как часть более обширных международных усилий ТАСИС тесно сотрудничает с другими донорами и международными организациями.

ТАСИС предоставляет «ноу-хау» широкого круга государственных и частных организаций, которые позволяют соединить опыт западных государств с опытом и знаниями местного населения. Такие «ноу-хау» передаются за счет оказания политических консультаций, направления консультационных миссий, обучения и повышения квалификации, за счет развития и реформирования законодательных и правовых учреждений и организаций, а также за счет установления партнерских отношений, связей, аналогичных и

*Dino Sinigallia,
Head of technical assistance section,
EUROPEAN UNION
Delegation of the European Commission
in Moscow*

The Tacis Programme is a European Union initiative for the New Independent States and Mongolia which fosters the development of harmonious and prosperous economic and political links between the European Union and these partner countries. Its aim is to support the partner countries' initiatives to develop societies based on political freedoms and economic prosperity.

Tacis does this by providing grant finance to support the process of transformation to market economies and democratic societies.

In its first four years of operation, 1991–94, Tacis has made available ECU 1870 million to launch more than 2,000 projects.

Tacis works closely with the partner countries to determine how funds should be spent. This ensures that Tacis funding is relevant to each country's own reform policies and priorities. As part of a broader international effort, Tacis also works closely with other donors and international organisations.

Tacis provides know-how from a wide range of public and private organisations which allow western experience to be combined with local knowledge and skills. This know-how is delivered by providing policy advice, consultancy teams, studies and training, by developing and reforming legal and regulatory frameworks institutions and organisations, and by setting up partnerships, networks, twinnings and pilot projects. Tacis is also a catalyst, unlocking funds from other tenders by providing pre-investment and feasibility studies.

Tacis promotes understanding and appreciation of democracy and a market-oriented social and economic system by cultivating links

пи-лотных проектов. ТАСИС также является катализатором, который раскрывает фонды других заинтересованных сторон при помощи проведения предварительных технико-экономических исследований.

ТАСИС способствует пониманию и достойной оценке демократии и ориентированной на рыночные отношения социально-экономической системы путем культивирования связей и длительных взаимоотношений между организациями в государствах-партнерах и в государствах-членах Европейского союза.

Во всех государствах-партнерах главные объекты финансирования со стороны ТАСИС одни и те же, хотя в каждом государстве они находятся на различных стадиях преобразования. В настоящее время основные области финансирования включают: реструктурирование государственных предприятий и развитие частного сектора экономики, создание эффективной системы производства, переработки и распространения продуктов питания; развитие энергетики; транспортная и телекоммуникационная инфраструктура, ядерная безопасность, защита окружающей среды, реформа государственного управления, социальное обслуживание и образование.

**Финансирование в 1991-94 гг.
(млн.ЭКЮ)**

1991г. - 400; 1992г. - 450; 1994г. - 510

Финансирование в 1991-93 гг. (млн.ЭКЮ)

По государствам:	
Россия	496
Грузия	13
Украина	119
Казахстан	40
Беларусь	32
Армения	21
Киргизия	20
Узбекистан	20
Прибалтийские государства (только 91г.)	15
Азербайджан	12
Молдавия	10
Туркменистан	10
Таджикистан	1
Межгосударственные проекты	395
Другие	156
Итого	1,360

and lasting relationships between organisations in the partner countries and their counterparts in the European Union.

The main priorities for Tacis funding are common to all partner countries, although each is at different stages of transformation. Currently, the key areas include: restructuring of state enterprises and private sector development, building an effective food production, processing and distribution system, developing energy; transport, and telecommunication infrastructures, nuclear safety, environment, public administration reform, social services and education.

**Funding from 1991 - 1994
(ECU Million)**

1991 - 400; 1992 - 450; 1994 - 510

Funding 1991 - 1993 (ECU Million)

By country	
Russia	496
Ukraine	119
Kazakhstan	40
Belarus	32
Armenia	21
Kyrgyzstan	20
Uzbekistan	20
Baltic States (91 only)	15
Georgia	13
Azerbaijan	12
Moldova	10
Turkmenistan	10
Tajikistan	1
Multi-country	395
Other	156
Total	1,360

By sector	
Nuclear safety and environment	256
Restructuring state and private sector development	212
Public administration reform, social services and education	194
Agriculture	172
Energy	134
Transport, telecommunications	129
Policy advice	76
Other sectors	31
Other	156
Total	1,360

По секторам экономики

Ядерная безопасность и защита окружающей среды	256
Реструктурирование государственного и развитие частного секторов экономики	212
Реформа государственного управления, социальной сферы и образования	194
Сельское хозяйство	172
Энергетика	134
Транспорт, телекоммуникации	129
Политические консультации	76
Другие сектора	31
Иные затраты	156
Итого	1,360

ПОМОЩЬ ТАСИС В ОХРАНЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В БАССЕЙНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Региональная программа ТАСИС в 1992 г. предоставила 1 млн. ЭКЮ для Программы ТАСИС по охране природной среды Черного моря, которая нацелена на предоставление прибрежным государствам (Грузия, Украина и Россия) политической, правовой, организационной, технической и финансовой поддержки для создания эффективной системы обращения процесса деградации природной среды, защиты природной среды и обеспечения устойчивого использования природных ресурсов. Это, в конце концов, должно стимулировать развитие и вложения капиталов за счет оживления туризма и рыбного хозяйства. Кроме того, 500 тыс. ЭКЮ из фондов 1993 г. будут использованы для инициативы по усилению осознания обще-

TACIS SUPPORT FOR THE BLACK SEA ENVIRONMENT

The Tacis 1992 Regional Programme made available 1 Million ECU for a TACIS Black Sea Environmental Management Programme aimed at providing the riparian states (Georgia, Ukraine, Russia) with policy, legal, institutional, technical and financial support for the establishment of an operational framework to reverse the process of environmental degradation, to protect the environment and to contribute to sustainable use of natural resources. This, in the long run, should stimulate growth and investment by reviving tourism and the fishing industry. The 1992 Programme encompasses the three as listed below. Furthermore, 500.000 ECU from the 1993 funds will be used for a major public awareness initiative and wetlands protection. Tacis is also organising a major environmental conference on the Black Sea with the Georgian government.

a. Environmental Training, Coastal Zone Management and Public Awareness

The objectives of this project are threefold: to create a local environmental auditing capacity, to provide advice to the relevant authorities on the basic principles of Coastal Zone Management and to promote public awareness about the environmental problems and their solutions. The final objective is to create an institutional framework in the recipient companies, with the capacities and the self-assurance to actively and effectively implement the necessary principles of coastal zone management and thus to permit for a sustainable development of the Black Sea coastline in years to come. The Phare Programme (European Initiative for Central and Eastern European countries) is financing the participation of Bulgaria and Rumania.

ственностью экологических проблем и защиты болот. ТАСИС также совместно с правительством Грузии организует крупные конференции по проблемам окружающей среды Черного моря.

а. Природоохранное образование, организация прибрежных зон и усиление осознания общественностью экологических проблем

Этот проект имеет три цели: создание местных условий для наблюдения за состоянием окружающей среды; оказание соответствующим властным структурам консультационных услуг по основным принципам организации прибрежных зон и усиление осознания общественностью экологических проблем и способах их решения. Окончательной целью является создание организационных структур в компаниях-получателях помощи, которые имели бы возможности и самосознание для того, чтобы активно и эффективно реализовывать на практике основные принципы организации прибрежных зон и, таким образом, способствовать длительному и устойчивому развитию прибрежной зоны Черного моря. Программа Фаре (Европейская инициатива для государств Центральной и Восточной Европы) финансирует участие Болгарии и Румынии.

б. Законодательство по вопросам защиты и использования окружающей среды

Этот проект делает доступным в полном объеме законодательство Европейского союза по вопросам защиты и использования окружающей среды, включая все подготовительные документы, для государств-участниц. В дальнейшем эти документы могут сыграть роль моделей для выработки местного законодательства по вопросам защиты и использования окружающей среды, которое нацелено на устойчивое развитие общества. В апреле 1994 г. в Киеве была проведена школа для обучения навыкам работы с законодательными актами и для обсуждения их применимости к условиям различных государств. Этот проект включает кон-

b. Environmental legislation

This project makes available complete sets of EU environmental legislation and their background documents to the participating countries. These can then function as models for the development of local environmental legislation aimed at sustainable development. A training workshop was held in Kiev in April of 1994 in order to learn to work with the legislation and to discuss its relevance for the various countries. The project includes an advisory service, which allows the participants to call upon the experts if further or more detailed advice is needed.

c. Monitoring, laboratory analysis and information management

A vital prerequisite for developing sustainable environmental policies for the region is to strengthen the monitoring, laboratory analysis and information management capabilities in the region, this includes organisational, technical and training aspects of the Black Sea laboratories. This project will give an inventory of the existing labs and identify the most urgent equipment and training needs in close cooperation with the partners, which can then be met by the international donor community. The project includes all six Black Sea countries (UNDP is financing Turkey).

d. Black Sea Coast Public Awareness Campaign («Info Ship»)

The project will aim to raise public awareness about the decline of the Black Sea environment and the activities, both present and future, needed to reverse this process. The link between a clean environment and a successful economic development of the region will be stressed, as well as the role that individuals can play in restoring the Black Sea. A regionally based public awareness strategy should be developed, involving all coastline communities and relying predominantly on local expertise. It would involve

сультационные услуги, которые позволят участникам обратиться к экспертам, если в дальнейшем потребуются более подробные консультации.

в. Мониторинг, лабораторные исследования и распространение информации

Жизненно необходимым предварительным условием устойчивой экологической политики в данном регионе является усиление мониторинга, лабораторных исследований и возможностей для распространения информации в данном регионе, что включает организационный, технический и образовательный аспекты для черноморских лабораторий. Этот проект должен дать информацию о существующей лабораторной базе в этом регионе, а также указать потребность в наиболее необходимом оборудовании и подготовки кадров. Это должно быть сделано в тесном сотрудничестве с государствами-партнерами, после чего эти потребности могут быть удовлетворены за счет международного сообщества доноров. Этот проект охватывает все шесть причерноморских государств (Турция финансируется за счет Программы развития ООН).

г. Кампания по усилению осознания общественностью экологических проблем («Инфо-Шип»)

Этот проект нацелен на усиление осознания общественностью деградации природной среды Черного моря и деятельности, в настоящем и будущем, необходимой для обращения направленности этого процесса. Будет подчеркнута связь между чистой окружающей средой и успешным экономическим развитием всего региона, а также роль, которую отдельные люди смогут сыграть в восстановлении Черного моря. Должна быть разработана региональная стратегия усиления осознания общественностью экологических проблем, охватывающая все прибрежные сообщества и опирающаяся преимущественно на местный опыт. При этом должна быть создана передвижная выставка, которую следует перемещать из одного

а mobile exhibition transported between coastal towns on a local research vessel. The exhibition would be the centrepiece of a series of events organised by authorities, NGO's and business and would include informational video's and packages. A primary focus would be schoolchildren and youth groups, who represent the future generation which will benefit from a clean Black Sea. All activities and materials will be in local languages. It is hoped that after 6 months of Tacis support the project can become self-sufficient, through local and international sponsorship.

CENTRAL ASIAN WATER RESOURCES MANAGEMENT PROGRAMME

The agricultural transformation in the Central Asian Republics depends largely on the successful restructuring and/ or diversification of the cotton industry, which in turn requires the sustainable use of water resources, which has an important impact on water levels of the Aral Sea. At the same time, food production must be diversified and increased in order to feed a rapidly growing population, while maintaining cotton production as a basic currency earner for at least three of the countries involved (Uzbekistan, Tajikistan and Turkmenistan). This 3 Million ECU programme will provide assistance at institutional level to provide a framework for effective water management and use and the definition of agricultural and industrial strategies that would ensure the sustainable availability of water resources.

The project is regional in scope with the following objectives:

- To provide the administrative and technical framework within which the five republics of the Aral Sea Basin (Member States) can develop policies, strategies and development programmes for utilisation, allocation and management of the water resources of the Basin.

прибрежною города в другой на местных исследовательских судах. Эта выставка должна стать центральным событием серии мероприятий, организованных властями, неправительственными организациями и предпринимателями. На этой выставке должны быть представлены видеоматериалы и печатная продукция. В фокусе этих мероприятий должны находиться школьники и молодежные группы, представляющие будущее поколение, которое должно получить выгоды от чистого Черного моря. Все мероприятия и материалы должны быть подготовлены на местных языках. Есть надежда, что спустя 6 месяцев после начала поддержки этих мероприятий со стороны ТАСИС проект приобретет свойства самодостаточности за счет местных и зарубежных спонсоров.

ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Преобразования сельского хозяйства в Средней Азии в значительной мере зависят от успешности реструктуриализации и/или диверсификации хлопковой отрасли, которые требуют использования надежного источника водоснабжения, что, в свою очередь, оказывает серьезное влияние на уровень воды в Аральском море. В то же самое время, необходимо диверсифицировать и увеличивать производство продовольствия для того, чтобы прокормить быстро растущее население, и одновременно поддерживать производство хлопка, являющегося единственным источником иностранной валюты по крайней мере в трех из этих стран (Узбекистан, Таджикистан и Туркменистан). Эта программа стоимостью 3 млн. ЭКЮ предусматривает оказание помощи на государственном уровне с целью создания структуры для эффективного управления водными ресурсами и их использования, а также выработку стратегии развития промышленности и сельского хозяйства, которая бы гарантировала устойчивое обеспечение водными ресурсами.

- To assist at the regional level with the establishment of the institutional structure required to prepare and execute the policies and strategies to give effect to the agreed framework on water allocation and management.

The project will address issues concerning:

- The legal basis for international and national water resource apportionment and utilisation, giving due recognition to the environmental needs of the Aral Sea Basin;
- The allocation between economic sectors and users based on criteria which are economically equitably and ecologically sound;
- The productive use of water based on principles which, while being economically and equitably sound, give proper regard to preservation of quality and down stream weages;
- To assist the Member States of the Aral Sea Basin to obtain more effective utilisation of existing operating system and institutional infrastructure while introducing economic concepts which include placing a value on water together with environmental accounting to create awareness of the real benefits and dangers of pursuing existing policies and practises and adopting new ones.
- To assist the Member States of the Aral Sea Basin to develop new technologies and practises in the allocation and management of water resources for the primary users in agriculture and those other sectors whose demands for water are large or environmentally hazardous.

Another task implicit in the project will be the installation of a suite of data-bases and information, management systems which can be integrated to provide an increasing capacity to develop and manage the water and land resources of the Basin and its Member States.

Это проект регионального масштаба и он имеет следующие цели:

– Создание административных и технических структур в рамках которых пять государств, расположенных в бассейне Аральского моря (государства-члены) могут разрабатывать политику, стратегию и программы развития в области утилизации, распределения и управления водными ресурсами бассейна Аральского моря.

– Оказание помощи на региональном уровне в деле создания организационной структуры, необходимой для подготовки и осуществления политики и стратегии, обеспечивающих реализацию рамочных соглашений по распределению и управлению водными ресурсами.

Этот проект касается вопросов, относящихся к:

– правовым основам распределения и использования водных ресурсов на национальном и международном уровнях, которые должным образом учитывают экологические нужды бассейна Аральского моря;

– распределению воды между водопользователями и секторами экономики, основанное на критериях экономического равноправия и экологической обоснованности;

– продуктивному использованию воды на основе принципов экономического равноправия и экологической обоснованно-

сти, дающих правильный взгляд на сохранение качества и на зоны, расположенные ниже по течению;

– оказанию помощи государствам-членам, расположенным в бассейне Аральского моря, в деле достижения более эффективного использования существующих систем управления и организационной инфраструктуры при введении экономических концепций, которые включают придание воде стоимости с учетом экологических аспектов для того, чтобы способствовать осознанию реальных выгод и опасностей, вытекающих из современной политики и практики, а также могущих возникнуть в случае переориентации на новые;

– оказанию помощи государствам-членам, расположенным в бассейне Аральского моря, в деле разработки новых технологий и способов распределения и управления водными ресурсами для первичных водопользователей в сельском хозяйстве и в тех секторах экономики, которые потребляют очень много воды или являются опасными для окружающей среды.

Другой неявной задачей проекта является внедрение комплекта баз данных, а также информационных систем и систем управления, которые могли бы быть интегрированы с целью увеличения возможностей развития и управления водными и земельными ресурсами бассейна Аральского моря и в государствах-членах, расположенных на его территории.

Б. Хайне, дипломированный инженер

Объединение образующихся сточных вод с целью устранения отходов является актуальной задачей. При этом приходится сталкиваться со следующими вопросами и проблемами:

минимизация стоимости: как можно обеспечить долговременное сочетание низкой и социально приемлемой стоимости очистки сточных вод?

обеспечение качества: как можно обеспечить максимально эффективное сочетание сбора сточных вод, качество очистки воды с эксплуатацией очистных сооружений и сети?

разгрузка общественного бюджета: как можно сочетать при напряженном бюджете инвестиции в сферу очистки сточных вод, не нагружая этим бюджет и не теряя своего влияния на процесс?

Пути решения.

Ответы на эти актуальные вопросы дают примеры решения этих проблем в Саксонии.

Представленная модель кооперации Brochier - партнер позволяет:

разгрузить коммунальный бюджет путем независимого финансирования при отказе от рекомендаций коммунальных служб;

получить налоговые льготы;

добиться мощного эффекта, благодаря скоординированному, экономичному финансированию, строительству и эксплуатации сооружений для очистки сточных вод.

B. Heine

Present situation:

A newly formed wastewater treatment organization is in the need for solutions for their actual duties in the wastewater treatment field. Their questions / problems are:

to minimize costs

how may the organization instal and secure low and social - accepted wastewater rates

to ensure quality

how may the organization with minimal wastewater rates maximize and secure the quality of the water, the wastewater treatment plant, the sewer system and the operation of the sistem- not to increase the budget of the community how may the organization invest into the wastewater field without a negative influence to the budget and without losing the management of the operation to a private investor.

The Brochier Partner Model gives answers to these questions:

the budget of the community is not used for the financing-

a guarantee given by the community is not obligatory

tax reductions are possible

synergy effects are given because of the combined, coordinated and inexpensive offer: financing, construction and operation of wastewater treatment plants

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СТРАХОВАЯ
ПОЛИТИКА И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ НА
СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

*Шевченко Константин Иванович к.т.н.,
Шпитц Эмма Михайловна инж.
АО "ВодНИИИнфо МП оект"*

ТЕЗИСЫ

Среди чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ЧС) наибольшие ущербы на территории России представляют процессы, связанные с вредным воздействием вод: наводнения, засуха, сели, разрушения гидротехнических сооружений, аварии на водозаборах и на канализационных системах, переработка берегов водохранилищ и морей и пр.

Стихийные бедствия, связанные с водным фактором приводят к значительным потерям экономического, социального и экологического характера; приводятся ущербы, связанные с вредным воздействием вод, в т.ч. ущерб от наводнений в 1994 году.

Ущерб от природных стихийных бедствий не уменьшаются во времени, а имеют устойчивую тенденцию к росту, несмотря на постоянно осуществляемые во все больших объемах превентивные мероприятия; излагаются основные причины.

Отсутствие единой государственной политики по предотвращению ущерба от стихийных природных и техноприродных бедствий приводит к неготовности к эффективным действиям по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, особенно при крупномасштабных катастрофах.

В мировой практике в условиях рынка финансирование мероприятий по ликвидации ЧС осуществляется государством с помощью механизма страхования; приводится пример США по материалам публикаций.

Изменение хозяйственной конъюнктуры в России непосредственно сказывается на Госбюжете и на развитии системы страхования, что требует новых решений по взаимодействию государства и страховых служб в вопросах страхования крупномасштабных рисков, таких, как наводнения.

INSURANCE POLICY IN WATER ECONOMY AND
ITS FORMATION AT MODERN STAGE

*Shevchenko Konstantin Ivanovich, Candidate of technical science
Shpitz Emma Michilovna, eng.
Joint stock venture "VodNIInformProject"*

THESES

In Russia floods, droughts, mud-torrents, hydrotechnical structure failures, headworks and sewer-pipes breakdown, marginal degradation and other processes related to hazardous influence of water cause the greatest damages among the extraordinary situations (ES) having natural or technogeneous character.

Natural calamities related to hazardous influence of water cause the considerable economic, social and environmental losses; damages due to the hazardous water influence are presented including flood damages in 1994.

Losses due to natural calamities are not decreasing in time, but steadily are increasing in spite of growing preventive measures; the main reasons for this are also presented.

The absence of the unified state policy for natural and technogeneous damage prevention results in the unreadiness to counteract the ES and to eliminate their consequences especially in the case of the large disasters.

In the international practice under market conditions measures for elimination of the ES consequences are financed by the state through insurance. A case from the USA practice according to the literature cited is also included in the report.

The market state in Russia influences the state budget and the insurance practice directly. This situation requires new decisions in order to organize co-operation of the state and of the insurance agencies in the field of the insurance against large risks such as floods.

Роскомводом разработаны обосновывающие материалы, поставлен вопрос в Правительстве РФ о разработке комплексной государственной программы по противопаводковой защите территории России от наводнений, разработана концепция страхования от наводнений, страхование водопотребления (водозабора) и водопользования.

Отличие водохозяйственного страхования от страхования других рисков состоит в возможности определения вероятности прогноза событий; при страховании от наводнений могут быть научно обоснованы страховые нормативы, зависящие от гидрологических условий и местоположения объектов страхования на поймах рек. Водохозяйственное страхование как комплексная задача должно проводиться в соответствии с научно обоснованной программой управления природными ресурсами рек.

Предлагается создание единой государственной системы водохозяйственного страхования, способствующей социальной защите общества и рациональному использованию земель в потенциально опасных зонах.

Вдохозяйственное страхование является частью общей водохозяйственной политики на территориях, подверженных вредному воздействию вод, носит характер отраслевой задачи, являясь в то же время функцией специализированных страховых служб по осуществлению страховой деятельности.

Основной водохозяйственной страховой политики должны стать правовые и экономические рычаги регулирования землепользования и хозяйствования на землях в потенциально-опасных зонах; приводятся основные положения по установлению особого режима хозяйственной деятельности на паводкоопасных территориях.

Вдохозяйственное страхование должно выполняться как взаимовыгодное соглашение между участниками водохозяйственного комплекса, страховыми организациями, физическими и юридическими лицами и государственными органами, предлагается схема организации страховых фондов на федеральном, региональном (межрегиональном - бассейновым) уровнях.

Приводится концепция системы государственного регулирования страховой дея-

ROSKOMVOD has developed the substantiating documents and has made an inquiry to the Russian Federation (RF) Government in order to develop the comprehensive state program for flood protection of the Russian territories. It also has developed the concept of the flood insurance, water consumption (water intake) and water use insurance.

The difference between water economy insurance and insurance against other risks consists of the possibility to calculate probability of the insured event in the former case. For the flood insurance the standards may be substantiated in the scientific way considering the hydro-logical conditions and the location of the floodplain objects to be insured. Water economy insurance as comprehensive task may be implemented in accordance with a well grounded scientific program for a river resources management.

It is assumed the unified state insurance system to be developed for water economy which would promote social protection of the society and rational land usage in hazardous areas.

Insurance is the part of the common water economy policy at the regions subjected to hazardous water influence and is the branch task being at the same time the function of the special insurance agencies.

Legal and economic means for land usage and management regulation would become the base of the policy for water economy insurance for potentially hazardous zones; the basic propositions are presented for setting up special regime for economic activity on the flood-hazardous regions.

Water economy insurance must be implemented as mutually beneficial agreement between members of the water economy complex, insurance agencies, individuals, juridical persons and the state authorities; scheme is proposed to arrange insurance funds at the federal and regional (multiregional and multibasin) levels.

The concept of the state system for the flood insurance activity control is presented. It includes :

тельностью при страховании от наводнений, включающая:

- принципы обязательного и добровольного страхования;
- создание федерального фонда гарантии перестрахования от наводнений;
- экономическое стимулирование и лицензионную деятельность при страховании;
- организацию системы научного обеспечения страховой деятельности;
- информацию населения и властей о факторах риска.

Излагаются вопросы создания единой нормативной и правовой базы по страхованию от наводнений на уровне Проекта Закона РФ "О страховой защите от наводнений".

- principles for obligatory and voluntary insurance;
- establishment of the state fund to guarantee the reinsurance against flood;
- economical stimulation and licensing for insurance;
- organization of the scientific substantiation for the insurance activity;
- information of the authorities and the public about possible risks.

Questions are stated about formulation of the unified legal and standard foundation for the flood insurance at the level of the RF Law "About insurance protection against floods".

**СИСТЕМЫ ВОДНЫХ ТАРИФОВ
И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ**

*Шейнин Леонид Борисович, канд.
юридическ. наук, РАН*

Для водохозяйственных организаций (ВХО) наиболее простым в употреблении является одинаковый для всех абонентов нормальный тариф (табл 1), типа: "5 рублей за каждый кубометр воды, предоставленный абоненту". Но тариф такого типа не всегда бывает оптимальным.

**THE WATER TARIFF SYSTEM AND ITS
DEPENDENCY ON THE ECONOMIC CONDITIONS
OF WATER SUPPLY**

*Sheynin Leonid Borisovich, Cand. of
Jurisprudence, RAN*

Water supply organizations (WSO) often prefer the simplest tariff pattern of the following style: "5 roubles per 1 cubic meter of water", this pattern may be called "the normal tariff" (Table 1).

Таблица 1. Организованный водный рынок:
зависимость тарифов на воду от экономических условий водообеспечения

Экономические условия	Типы тарифов	Примечание .
1)Равномерный спрос на воду всех абонентов; одинаковое их географическое положение относительно сооружений ВХО; один водоисточник.	Нормальный	
2)Неодинаковое удаление абонентов от сооружений ВХО.	Зональный	
3)Неравномерный спрос на воду в течение суток.	Двухставочный	
4)Неравномерный спрос на воду, как результат наличия у абонентов собственных источников водоснабжения.	Двухставочный	
5)ВХО обладает избытками воды; наличие малоплатежных абонентов и/или абонентов, имеющих альтернативные источники водоснабжения.	Льготный	
6)Наличие нескольких удаленных водоисточников.	Наращиваемый	Определяется расчетная доля каждого абонента в потреблении дешевой и дорогой воды
7)Дефицитность воды.	Повышенный	Повышенный тариф действует в отношении тех единиц воды, спрос на которые предъявляет более чем один претендент сумма превышения тарифа над нормальным передается государству.
8)ВХО несет повышенный риск, создавая мощности, не обеспеченные в законе.заявками на воду.	Дискриминационный	Действуют в течение определенного числа лет ВХО участвуют в прибылях своих абонентов

TABLE 1. The organized water market:
the tariffs' dependency on the economic conditions of water supply

Economic patterns	The type of tariffs	Notes
1.The stable and uniform demand.	'Normal'	
2.The various dispositions of the customers relative to the WSO water works	Zonal	
3.Uneven demand during day and night.	Two-tiered	
4.Occasional demand of some customers because they have access to the alter-native sources of water.	Two-tiered	
5.WSO possesses the surpluses of water -because: a)some customers could not pay the normal tariff, b)some customers have access to the alternative, more cheaper, sources.	Variable	
6.WSO possesses more than one sources of water the unit costs of water of:each of the sources are different.	Incremental	The water of the cheapest source is rationed, so each of the customers pays the lowest tariff, while using the first portion of water, then higher tariff, while using the second portion, etc.
7.Deficiency of the available water.	Raised	The raised tariff is applied only to that part of available water which is demanded by more than one customer.
8.WSO bears the abnormal risk due to - the unassured demand of water.	Discriminative	The duration of such tariffs must have time limits.

На Нижне-Камских водопроводах в Татарстане применяются зональные тарифы для оптовых покупателей воды. При этом наиболее удаленные от р.Камы абоненты, например Водоканал г. Бугульмы, платит за воду существенно больше, чем ближние, например Водоканал г.Нижнекамска.

Если ВХО обладает мощностями для удовлетворения пиковых потребностей в воде, то оправдана дифференциация тарифов в разное время суток или же установление так называемых двухставочных тарифов. Последние желательны также в тех случаях, когда некоторые абоненты имеют собственные источники водоснабжения и обращаются к услугам ВХО лишь время от времени. В отечественной практике двухставочные тарифы

Some WSO of the Lower Cama basin, in Tatarstan, use the zonal wholesale tariffs which depend on the distance of transportation of water. For instance, the Water Works Department of remote Buhulma town pays dearer for each water unit received, than its counterpart of Nizhnecamsk town situated near the common water source, Cama river.

If part of WSO' capacity is intended to supply water only during the certain hours of the day it is justified to discriminate the users and to fix the increased tariffs during those hours, or time zoning tariffs. Alternatively, one can establish the system of two-part tariffs. This last system is fit, as well, in the cases when some water users demand water only occasionally because they have access to some other water sources. In

применяются при продаже электроэнергии крупным потребителям; в водном хозяйстве они не известны.

Льготные тарифы в отношении определенных абонентов уместны при наличии у ВХО избытков воды, которые она не может реализовать по нормальному тарифу. Льготный тариф при всех условиях должен быть выше, чем удельные операционные затраты ВХО. Льготные тарифы оправданы: а) для малоплатежных абонентов, б) для абонентов, имеющих относительно дешевые варианты альтернативного получения воды. Применения таких тарифов в России не известно. Если ВХО базируется на несколько водисточников с неодинаковой удельной стоимостью воды в каждом из них, то экономически желательны наращиваемые тарифы

Эта тарифная система предполагает отказ от усреднения затрат ВХО на воду из разных источников. Вода из каждого источника тарифицируется по отдельности. При этом каждый абонент, прежде чем начинать оплачивать потребляемую им воду по наивысшему тарифу, имеет право на использование некоторого объема воды по более низкому тарифу. Элементы системы наращиваемых тарифов применяются в Денвере и некоторых других американских городах (Morris, 1991). В случае нехватки воды должен действовать повышенный тариф, но сфера его действия должна зависеть от объема повышенного спроса.

Если этот спрос распространяется на всю наличную воду, то каждая единица воды должна отпускаться по повышенному тарифу. Но если отсекаемая группа претендентов предъявляет спрос только на часть наличной воды, то повышенный тариф должен действовать только в отношении этой части. Повышенная составляющая тарифа должна, в конечном итоге, передаваться в бюджет той территориальной единицы, которая по закону будет признана собственником водных ресурсов (Шейнин, 1988). Если ВХО создают рискованные мощности, не обеспеченные заявками абонентов, то экономически целесообразно предоставить право в течение определенного числа лет применять дискриминационные тарифы, которые позволяют ВХО участвовать в дополнительных прибылях их абонентов, обусловленных деятельностью ВХО. Такие тарифы применяются на некоторых ирригационных системах на Западе

Russia such tariff system is used in the field of electricity supply; in water supply branch it is unknown.

Variable tariffs are fit when the WSO possesses some surpluses of water which it can not sell by the normal tariff. The variable tariffs are fit for such users, who: a) either can not pay the normal tariff, b) or possess the alternative sources, water from which is cheaper than water of WSO. In Russia there is no such tariff system in the "explicit" form. Many WSO abstract water from more than one source, the unit cost of water to be different according to the source. Such WSO usually "even" these costs to develop the single tariff. But this practice is not optimal. It is more rational to set the system of incremental tariffs. The customers would pay the lower tariff for the first (cheapest) portion of water, the incremental tariff would be paid for the second portion, etc. .

This system secures that the customers would economize the cheap (first) portions of water as if they were the most expensive, because the customers know that after using their first portions of cheap water they would pay the higher and higher tariffs for the next portions. Some elements of this tariff system were developed in Denver (Morris, 1991) and some other American cities.

The raised tariffs . are fit for the critical part of the disposable water, "critical" to be such part which is demanded by more than one user. If the critical part of water covers the whole available water, each unit of water would be sold by the raised tariff. The difference between the raised and normal tariffs is the Government share, because it is the owner of water resources. As to the raised tariff it would be equal to the auction price of the each unit of the critical part of available water. There is no information on the using of the described system of the raised tariffs in Russia (Шейнин, 1988).

Some WSO develop the excessive capacities destined for some future unknown customers, so they bear the excessive risk. Such WSO would have a right to set, for a certain period of time, the discriminating tariffs . allowing them to share the value in use of

США. Их недостаток заключается в том, что отсутствует легальный срок, в течение которого они могут действовать (Hutchins et al., 1953).

В некоторых случаях мощности ВХО проектируются исходя из оптимистического представления о доступных ресурсах воды. Поскольку такой проект является рискованным, было бы обосновано перекладывать этот риск на будущих пользователей. Этого можно достичь, если пользователи организуют кооператив и сами начнут финансировать создание водохозяйственной системы, в которой они .Если ВХО имеет так называемые запасные мощности, предназначенные для будущих абонентов, то в момент появления этих абонентов оправдано взимать с них особый сбор плату за присоединение. Эта плата должна компенсировать затраты ВХО на содержание временно простаивающих мощностей.

their water with their customers. Such tariff system was (is?) applicated by some private irrigation systems in the U.S.West (Hutchins et al., 1953).

Some WSO bear the risk of overcapitalization due to the uncertain data concerning the water resources. It is justifiable if this risk would bear the customers of WSO. Bearing the risk the customers must have a right to decide: when, how and whether to develop the capacities of WSO, so they ought to be the owners of WSO, forming a cooperative society ..There is no information about such societies in the modern Russia (Шейнин, 1985). When home owners in pre-Revolutionary Russia become the customers of their cities' water works, they paid to local is economically justifiable.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ВОД
HYDROMONITORING

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ ФИРМЫ «VARIAN» ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

*А.Б. Белов, коммерческий представитель,
Varian Analytical Instruments, Москва.*

Среди фирм, производящих аналитическое оборудование, одно из ведущих мест занимает корпорация Varian Associates, Inc. Эта фирма входит в число 300 крупнейших корпораций США. Ее оборот составляет более 1 млрд. долларов, а штат – около 10000 сотрудников, работающих на производственных мощностях и в более чем 100 представительствах фирмы, расположенных во всем мире.

Аналитическое оборудование фирмы с успехом используется как при промышленном анализе, так и при мониторинге окружающей среды.

Фирма работает на рынке России и стран ближнего зарубежья (территория бывшего СССР) с 1967 года. Varian имеет Представительство в Москве и аккредитован при Министерстве науки и технической политики РФ с 1990 года. Фирма имеет свою систему послепродажной поддержки, включающую сервис, систему обучения и методологического обеспечения пользователей.

Уникальной особенностью фирмы является полный спектр выпускаемого аналитического оборудования, позволяющий пользователю не только закупать отдельные приборы, но и комплектовать оптимальные лаборатории для решения тех или иных задач.

В области оценки качества воды фирма Varian предлагает приборы как для определения тяжелых металлов и токсичных элементов, так и для анализа органических загрязнителей.

Приборы для элементного анализа представлены спектрометрами индуктивно связанной плазмы Liberty 110/220 и атомно-абсорбционными спектрофотометрами серии SpectrAA. Эти приборы позволяют проводить анализ воды без предварительной

VARIAN EQUIPMENT FOR WATER QUALITY MONITORING

*A.B. Belov, Varian Analytical Instruments
Moscow, sales engineer.*

Varian Associates Inc. is one of the leading international high technology companies producing analytical equipment with sales in excess of \$1 billion annually and staff of about 10000 employees. Its facilities and support offices are located across the United States and throughout the world.

Analytical instruments are successfully used for both industrial analysis and environmental monitoring.

The company is active on the former USSR market since 1967. It has a representative office in Moscow and is accredited by Ministry of Science and Technical Policy since 1990. The post-sale support system can offer you service, training and methodological assistance.

The whole spectrum of analytical equipment, permitting a customer not only to purchase single instruments but also to complete optimum laboratories for solving different problems, is the unique distinguishing feature of Varian.

In the field of water quality monitoring the company offers instruments for heavy metals, toxicology elements and organic pollutants.

Instruments for element analysis are represented by Inductively Coupled Plasma Spectrometers (Liberty 110/220) and Atomic-Absorption Spectrometers (SpectrAA series). This equipment allows to analyze water without sample preparation with high sensitivity and

пробоподготовки с высокой чувствительностью и воспроизводимостью. Для ультра следового элементного анализа Varian предлагает полностью автоматизированную систему ИСП/МС UltraMass.

Газо-жидкостные хроматографы в различной конфигурации, жидкостные хроматографы высокого давления фирмы Varian с успехом применяются для мониторинга органических загрязнителей в воде. Особого внимания заслуживает хромато-масс-спектрометр Saturn 3, обладающий уникальной чувствительностью и позволяющий проводить анализ полихлорированных диоксинов в питьевой воде с получением масс-спектра, годного для библиотечного поиска.

Большой интерес вызывают новые системы Varian для пробоподготовки методами твердофазной и сверх-критической экстракции. К ним относятся экстракционные патроны BondElut и экстракционные диски Empore™. Твердофазная экстракция может быть автоматизирована применением автоматической системы PROSPEKT, которая может работать в режиме on-line с жидкостным хроматографом.

re-productivity. For ultra-trace analysis Varian proposes completely automatic system ICP/MS UltraMass.

GC-systems in different configurations, HPLC instruments provide opportunity to determine organic pollutants. GC/MS-system Saturn 3 possessing unique sensitivity analyses polychlorinated dioxins in drinking water by getting mass-spectrum fit for library identification.

New systems developed by Varian for solid phase and supercritical fluid extraction are of great interest. Among them are extraction cartridges BondElut and extraction disks Empore™. The solid phase extraction may be automated by using new PROSPEKT system, which can work in on-line mode with HPLC-system.

*Васильев Ю.Б. д.х.н.,
Хазова О.А. к.х.н.,
Майорова Н.А. к.х.н.,
Михайлова А.А.к.х.н.*

*Институт электрохимии им. А.Н. Фрумкина
Российской Академии наук*

Разработаны электрохимические методы определения примесей органических веществ и тяжелых металлов в воде, обладающие высокой экспрессностью и чувствительностью. Рассмотрены два метода: для анализа предварительно отобранных проб и для потока воды. На основе этих методов созданы портативные электронные анализаторы, которые могут работать как в полевых условиях, так и в лаборатории.

ВВЕДЕНИЕ

Определение органических соединений в природных водах является чрезвычайно трудной задачей ввиду большого количества органических компонентов, присутствующих в воде, которые исчисляются десятками, а иногда и сотнями различных соединений. Использование методов индивидуального определения отдельных соединений, таких, как хроматография, различные разновидности спектральных методов, полярография и другие более современные методы электроанализа, требуют длительного времени, использования сложного оборудования и связанного с этим наличия квалифицированного персонала. Индивидуальный анализ осложняется также неопределенностью состава природных вод, присутствием в них нетоксичных природных соединений, токсичных техногенных примесей и тяжелых металлов, которые могут взаимодействовать друг с другом, давая новые соединения неизвестного характера. Кроме того, выводы о качестве воды, основанные на определении отдельных компонентов, не учитывают кумулятивного эффекта, а именно – присутствие в пробе воды определенных компонентов в допустимых концентрациях не гарантирует безопасности этой воды, если число этих компонентов велико.

*Vassiliev Yu.B., D.Sc.,
Khazova O.A., Ph.D.,
Mayorova N.A., Ph.D.,
Mikhailova A.A., Ph.D.*

*A.N. Frumkin Institute of Electrochemistry,
Russian Academy of Sciences*

The paper presents electrochemical methods of organic impurities determination and heavy metals determination in water. These methods is very rapid and sensitive. One of them provides the analysis of previously collected samples, another gives the possibility of determining impurities in the water flow. The portable electronic analyzers are constructed on the basis of these methods, which can be used both in field work and in laboratory.

INTRODUCTION

The determination of organic compounds in natural water is an extremely difficult task due to the great number of organic components. There can be tens or even hundreds of different compounds in water. The individual determination of a compound (chromatography, polarography and other spectral methods of electroanalysis) requires a long analysis time, complex equipment, and qualified personnel. The individual analysis is complicated since the composition of natural water is uncertain, there are non-toxic natural compounds, toxic admixtures, and heavy metals there. All of them can interact with each other yielding new compounds with unknown properties. Besides, water quality data based on individual components determination does not take into account a cumulative effect, namely, the presence in a water sample the components of permissible concentrations does not guarantee safety of this water if the number of the components is great.

Therefore, we should turn to methods of the water total contamination determining.

One of the water contamination criteria is the content of total organic carbon (TOC) determined by a Beckman-type analyzer. By this method a water sample is burned on a platinum catalyzer and then the content of evolving CO₂

В связи с этим на первый план выступают методы определения суммарного загрязнения воды и ее токсичности. Одним из критериев загрязненности воды является содержание общего органического углерода (Total Organic Carbon – TOC), которое определяется с помощью анализаторов типа Beckman. Метод состоит в сжигании на платиновом катализаторе пробы воды с последующим определением выделяющегося CO_2 ИК-спектроскопией или хроматографически (10). В современных ТОС – анализаторах проба воды окисляется в ультрафиолетовом свете, а выделяющийся CO_2 восстанавливается до CH_4 и определяется спектроскопически. ТОС – анализаторы отличаются высокой чувствительностью (1–10 ppb), коротким временем анализа (2–5 мин), однако могут использоваться только в хорошо оборудованных стационарных лабораториях из-за сложности и громоздкости оборудования, требующего квалифицированного обслуживания.

Часто для характеристики содержания органических примесей используют окисляемость пробы воды с помощью химических агентов, которая выражается в мг $\text{O}_2/\text{л}$, затраченного на окисление пробы (9,16) (Chemical Oxygen Demand – COD или Total Oxygen Demand – TOD). TOD – анализаторы обычно комбинируются вместе с ТОС – анализаторами и имеют такие же отличительные особенности.

При отсутствии автоматических анализаторов применяют «мокрые» методы определения химического потребления кислорода (ХПК), по результатам аналогичные COD, основанные на кипячении пробы воды с бихроматом калия в сильно кислой среде в течение 2 часов с последующим определением расхода окислителя титрованием или определением выделяющегося CO_2 кулонометрически (11). Этот метод не требует дорогостоящего оборудования, однако не обладает высокой чувствительностью (1–2 ед.ХПК), требует большого времени для анализа и применения ручного труда.

Для определения примесей нефти в морской воде наиболее распространенным арбитражным методом является метод экстракции нефтепродуктов органическими растворителями с последующей ИК-спектроскопией (13). Этот метод чувствителен

is determined (by means of IR-spectroscopy or chromatography) (10). In modern TOC-analyzers a water sample oxidizes in ultraviolet light; the yielding CO_2 is reduced to CH_4 and spectroscopically determined. The more important characteristics of TOC-analyzers are high sensibility (1-10 ppb), short analysis time (2-5 min), however, they can be used only in well-arranged stationary laboratories because of a complex and cumbersome equipment requiring the qualified personnel.

In many cases in order to determine the organic impurities content one can evaluate the water sample oxidizability by means of chemical agents. The oxidizability is the amount of oxygen in mg/l demanded for the sample oxidation (Chemical Oxygen demand – COD or Total Oxygen Demand – TOD) (9,16). The TOD-analyzers are usually combined with TOC-analyzers and they have the same characteristics.

If automatic analyzers are not available, one can use the so-called «wet» methods of the TOD determination. These TOD methods consist in boiling of a water sample with potassium bichromate in a strong acid medium for two hours; then, the oxidizer consumption is determined by titration or by coulometric determination of CO_2 evolved (11). This method does not require expensive equipment, but, on the other hand, its sensibility is not high (1–2 TOD units), it requires a long analysis time and manual operations.

For determining oil impurities in sea water, the oil products extraction method is widespread more than others. This method implies the extraction by organic solvents and the following determination of oil products by IR-spectroscopy (13). It has a sensitivity to aliphatic, aromatic, and cycloparaffinic hydrocarbons, which are parts of oil. According to this method, it is necessary to carry out the extraction from a great sample volume (20 l) in order to provide the sufficiently high sensitivity (0,1 ppm). All that requires a long analysis time (up to 2 hours) and a great amount of toxic solvent.

There are also other methods (14): fluorescence in UV-light, UV-adsorption, direct IR-spectroscopic methods sensitive to the aromatic component of oil, chromatography. All these methods require an expensive equipment and can be used only in a laboratory.

к алифатическим, ароматическим и циклопарафиновым углеводородам, входящим в состав нефти. Для обеспечения достаточно высокой чувствительности (0,1 ppm) в этом методе необходимо проводить экстракцию из большого объема пробы (20 л), что увеличивает время анализа до нескольких часов и требует большого расхода токсичного растворителя.

Используются также другие методы (14): флуоресценция в ультрафиолетовом свете, адсорбция ультрафиолета, чувствительные к ароматической составляющей нефти, прямые ИКС определения в воде, хроматография. Все эти методы также сопряжены с использованием дорогостоящего оборудования и могут применяться только в лабораторных условиях.

В последнее время интенсивно разрабатываются биологические тест-методы определения качества природных вод (12). Тест-объектом в этих методах являются водоросли, микроорганизмы, моллюски, рыбы, а также ферменты и клеточные структуры. В качестве тест-реакций регистрировали у разных организмов: рост, развитие, размножение, активность окислительных ферментов, биолюминесценцию, флуоресценцию водорослей, биоэлектрическую реакцию, фотосинтез, дыхание и поведенческие реакции. Эти методы в ряде случаев отличаются высокой чувствительностью (0,001–1 ppb токсичного вещества), но, как правило, недостаточно быстрые (время отклика составляет от 15 мин. до десятков часов). При использовании этих методов, несомненно имеющих большое будущее, основные проблемы связаны с трудностями их унификации и перевода на инструментальную основу.

Краткий обзор методов определения суммарного загрязнения природных вод позволяет сделать вывод, что существуют большие трудности в использовании известных методов в полевых условиях, связанные с громоздким и дорогостоящим оборудованием или большим временем анализа и невозможностью автоматизировать методику.

Новые возможности представляют электрохимические экспресс-методы, основанные на адсорбционных и каталитических свойствах электродов из металлов платино-

Recently, the biological test-methods for natural water quality determinations become the subject of intensive studies (12). The test-objects of these methods are seaweeds, microorganisms, molluses, as well as enzymes and cell structures. The test-reactions include the growth of different organisms, their evolution, reproduction, the oxidizing enzymes activity, the seaweeds bioluminescence and fluorescence, bioelectric reaction, photosynthesis, respiration, and behavioral reactions. In some cases these methods show a high sensitivity (0,001–1 pbb of a toxic substance) though, as a rule, they are not sufficiently rapid (the responses vary from 15 min to tens hours). Without any doubt, these methods are very perspective; the main difficulties of their wide use consist in the unification and automation problems.

The short survey of the water impurity determination methods leads us to conclude that there are great difficulties of using the present methods in a field-work; these obstacles are determined by cumbersome and expensive equipment, great analysis time, and by the impossibility to make the procedure automatic.

A new possibility presents the electrochemical express-methods that use the adsorption and catalytic characteristics of the platinum group metals. It paves the way for working out a simple and cheap equipment, by means of which it is possible to carry out the qualitative and quantitative analysis of natural water polluting agents including organic compounds and heavy metals.

ELECTROCHEMICAL METHOD FOR THE DETERMINATION OF ORGANIC AND HEAVY METAL IMPURITIES BY SAMPLING

In the past, the A.N. Frumkin Institute of Electrochemistry has worked out a method for the determination of total organic and heavy metals impurities (6) based on the platinum electrode poisoning. The analytical method employs the adsorption substitution principle that has been widely used by electrochemists for studying the adsorption of different organic compounds and metal cations, on platinum metals (1).

вой группы, позволяющие создать простые и дешевые устройства для качественного и количественного определения большинства загрязняющих агентов природных вод, включая органические соединения и тяжелые металлы.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ОТБОРОМ ПРОБ

В предшествующие годы в Институте электрохимии им. А. Н. Фрумкина Российской Академии наук разработан метод (6) определения суммы органических примесей и тяжелых металлов, основанный на отравлении платинового электрода. Аналитический метод использует принцип адсорбционного замещения, широко использовавшийся ранее электрохимиками для изучения адсорбции отдельных органических веществ и катионов тяжелых металлов на платиновых электродах (1).

Сущность метода состоит в том, что адсорбирующиеся органические примеси, также как и тяжелые металлы, отравляют платиновый электрод и уменьшают адсорбцию на нем водорода. Адсорбция водорода определяется с помощью потенциодинамических импульсов, интегрированием площади под кривой ток-потенциал в определенной области потенциалов. Адсорбция водорода вначале определяется на чистой поверхности электрода, на которой она соответствует монослойному заполнению атомами водорода (Q_H^0), а затем на частично заполненной примесями поверхности (Q_H^{R-M}). Уменьшение адсорбции водорода, отнесенное к величине моно-слойной адсорбции водородом, называется заполнением поверхности электрода примесями (O) и находится из соотношения:

$$O = (Q_H^0 - Q_H^{R-M})/Q_H^0$$

Величина заполнения является функцией суммарной объемной концентрации примесей органических веществ или тяжелых металлов, присутствующих в пробе. Таким образом, определяя заполнение электрода электрохимическим методом, можно судить о

The heart of matter is the fact that adsorbing organic impurities as well as heavy metals are poisoning the platinum electrode and reducing the hydrogen adsorption on it. The hydrogen adsorption is determined by potentiodynamic pulses following the integration of the area under the curve «current-potential» in a definite potential region. At first, the hydrogen adsorption is determined on a clean electrode surface (where it corresponds to a monolayer of hydrogen atoms, Q_H^0) and then - on the surface partly contaminated by impurities, Q_H^{R-M} . The reducing of hydrogen adsorption with respect to the monolayer adsorption is called the coverage of an electrode surface, O and determined from the relation:

$$O = (Q_H^0 - Q_H^{R-M})/Q_H^0$$

The value of the coverage is a function of the total volume concentration of organic (or heavy metal) impurities in the solution. Therefore, determining the electrode coverage by the electrochemical method, one can evaluate the contamination of a water sample. The separate determination of organic impurities and heavy metals is stipulated by the fact that these substances are adsorbed in different potential regions.

On the basis of this method, the automatic analyzer, AQWEL has been constructed, consisting of the electrochemical cell and the electronic device. The electrochemical three-electrode cell consists of the working electrode (platinum wire 0,5 mm in diameter and 2-3 mm long), the auxiliary electrode (platinum net 0,25 cm² in area), the Ag/AgCl reference electrode, and the glass container for samples 20 ml in volume. The cell is filled with a fresh water sample acidified by sulfuric acid up to the 0,5 M concentration (pH = 0,3), or with a sea water sample (pH = 8).

The electronic device provides the automatic fulfillment of the electrochemical measurement programme, the calculation of the obtained results, and the indication of the measured parameter in digits. The programme consists of the following operations:

загрязнении пробы воды примесями. Раздельное определение органических примесей и тяжелых металлов основано на том, что эти вещества адсорбируются в разных областях потенциалов.

На основе разработанного метода создан автоматический анализатор АКВЭЛ (AQWEL), состоящий из электрохимической ячейки и электронного блока. Электрохимическая трехэлектродная ячейка состоит из рабочего электрода (платиновая проволока диаметром 0,5 мм и длиной 2–3 мм), вспомогательного электрода (платиновая сетка 0,25 см²), хлорсеребряного электрода сравнения и стеклянного бюкса для проб емкостью 20 мл. В ячейку заливают пробы пресной воды, подкисленной серной кислотой (марки ОСЧ) до 0,5 М концентрации (рН=0,3) или морской воды (рН=8).

Электронный блок позволяет автоматически осуществлять программу электрохимических измерений, обсчет полученных результатов и индикацию измеряемого параметра в цифровом виде. Программа состоит из следующих операций:

Предварительная обработка электрода с помощью катодно-анодной активации, очищающая поверхность от ранее адсорбированных примесей и позволяющая получать воспроизводимые результаты.

Определение адсорбции водорода на чистой поверхности (Q_H^0) при наложении линейной развертки потенциала от 0,4 В до 0,0 В (все потенциалы приведены относительно обратимого водородного электрода) со скоростью 10 В/с (опорный импульс).

Накопление примесей при потенциалах их максимальной адсорбции в течение 100–700 с.

Определение адсорбции водорода на поверхности частично занятой примесями (Q_H^{R-M}) путем наложения измерительного импульса, аналогичного опорному.

Разделение адсорбата на три группы: легко, средне и трудно окисляемые компоненты путем дифференцированного окисления при разных потенциалах.

Расчет общего заполнения (O) органическими примесями или тяжелыми металлами по приведенной выше формуле и индикация этой величины на табло анализатора. Отдельно извлекаются из памяти величины заполнения легко, средне и трудно окисляемыми примесями.

The preliminary electrode treatment by means of the cathodic-anodic activation that cleans the working electrode surface from early adsorbed impurities. This treatment guarantees reproducible results.

The hydrogen adsorption determination on the clean surface (Q_H^0) under the linear potential sweep (10 V/s) from 0,4 V to 0,0 V (reference pulse).

The accumulation of impurities at potentials of its maximal adsorption during 100–700 s.

The application of a measuring pulse analogous to the reference pulse, for the duration of which the reduced value of hydrogen adsorption is determined (Q_H^{R-M}) since impurities occupy a part of adsorbed sites.

The calculation of the total coverage (O) with organic impurities and heavy metals according to the above mentioned formula and the indication of this value on the analyzer screen. Besides, different coverage values (for the easy, medium, and hardly oxidized impurities) are extracted from the device memory.

The analyzer represents a portable device (28 x 18 x 15 cm, weight 1,5 kg); an autonomous power supply is admissible; the analysis time is 3–15 min; the sensitivity is 0,01–1,0 ppm (for total organic carbon) and 0,001–0,01 (for heavy metals).

Table 1. represents the sensitivity of the method, for different organic substances. It shows the minimum concentrations determinable, in comparison with the data obtained by other methods as well as with the allowable levels of these concentration in water. As it follows from the table, the electrochemical method is comparable (with respect to sensitivity) to unified methods and it provides determination of several toxic substances (benzene, oil, surfactants) in quantities corresponding to its allowable levels.

We have tested the present method for the determination of the river water total contamination, oil impurities in sea water, the purification quality of different wastes. By this method we have also analyzed the purity of deionized water using in the electronic industry. All these tests were successful.

The method requires a calibration by means of standard solutions or another analytical method since the measuring parameter, O depends on qualitative content of water, i.e.

ТАБЛИЦА 1. Сравнение чувствительности электрохимического метода с другими методами определения органических веществ.

Органические вещества	ПДК мг/л	Мин. определяемая концентрация мг/л		
		Э.М.	Унифицированные методы (9,10,16)	
Кислоты				
муравьиная		5,0		
малеиновая		1,0		
гуминовые		1,0	0,5 10-20	спектроскопия выделение химическими методами и определение ХПК
фульвокислоты		0,05	20	
Спирты				
метанол	3,0	3,0		
этанол		1,0		
пропанол	0,25	0,5		
бутанол	1,0	0,2		
формальдегид	0,05	0,3	0,05	колориметрия
Ароматические вещества				
бензол	0,5	0,01	0,5 0,25 0,05	экстракция и тонко- слойная хроматография колориметрия нитрование и полярография
нитробензол	0,2	0,01		
фенол	0,01	0,01	0,005 0,005	колориметрия фотометрия
нефти	0,5	0,3-0,5	1,0 0,1	хроматография экстракция и ИКС
СПАВ				
додецилсульфат	0,5	0,5	0,01	колориметрия
оксифос	0,5	0,005	0,01	спектрофотометрия
синтанол	0,5	0,01	1,0	колориметрия
РКВ	0,5	0,01	1,0	экстракция и ИКС
глюкоза		1,0	10	хим. методы
глицин		0,1		
альбумин		0,01		

TABLE 1. Comparison of the sensitivity of the electrochemical method with other methods of determination of organic substances.

Organic substance	Allowable limit (mg/l)	Detectable limit (mg/l)		
		E.M.	Unified methods (9,10,16)	
<i>Acids</i>				
formic		5,0		
maleic		0,1		
humic		0,1	0,5	spectrophotometry
fulvic		0,05	10-20	separation by
			20	chemical methods and COD determination
<i>Alcohols</i>				
methanol	3,0	3,0		
ethanol		1,0		
propanol	0,25	0,5		
butanol	1,0	0,2		
fomaldehyde	0,05	0,3	0,05	colorimetry
<i>Aromatic substances</i>				
benzene	0,5	0,01	0,5	extraction and thin-layer chromatography
			0,25	colorimetry
			0,05	nitration and polarography
nitrobenzene	0,2	0,01		
phenol	0,001	0,01	0,005	colorimetry
			0,005	photometry
			1,0	chromatography
oil	0,5	0,3-0,5	0,1	extraction and IRS
<i>Surfactants</i>				
dodecil sulphate	0,5	0,5	0,01	colorimetry
oxyphos	0,5	0,005	0,01	spectrophotometry
sinthanol	0,5	0,01	1,0	colorimetry
PKB	0,5	0,01	1,0	extraction and IRS
glucose		1,0	10	chemical methods
glycine		0,1		
albumin		0,01		

Анализатор представляет собой портативный прибор (28x18x15 см, масса 1,5 кг), который может работать от автономного источника питания, время проведения анализа 3–15 мин, чувствительность по общему органическому углероду 0,01–1 мг/л (ppm), по тяжелым металлам 0,001–0,1 ppm.

Для характеристики чувствительности метода по отдельным органическим веществам в таблице 1 приведены величины минимально определяемых концентраций, которые сопоставлены с данными, полученными другими методами анализа и с величинами предельно допустимых концентраций (ПДК) этих веществ в воде. Как следует из таблицы, электрохимический метод по чувствительности сопоставим с унифицированными методами анализа и позволяет определять некоторые токсичные вещества (бензол, нефти, синтетические поверхностно-активные вещества – СПАВ) на уровне ПДК.

Предложенный метод был опробован для определения суммарного загрязнения речных вод, примесей нефти в морской воде, для определения качества очистки различных промышленных стоков и чистоты деионизированной воды, используемой в электронной промышленности, и показал хорошие результаты.

Особенностью метода является необходимость калибровки с помощью эталонных растворов или другого аналитического метода, так как величина измеряемого параметра (O) зависит от качественного состава воды, другими словами, для каждого типа воды необходима своя калибровочная кривая для перевода измеренных значений O в единицы концентрации.

Исходя из необходимости предварительной калибровки прибора для получения количественных результатов, выраженных в единицах концентрации, можно предложить два варианта использования прибора:

1. В полевых условиях

В этом случае производится экспресс-анализ большого количества образцов воды для отсортровки проб, не содержащих существенного количества примесей (в которых величина измеряемого параметра находится на фоновом уровне) и проб загрязненной воды, требующих более детального

each type of water requires its own calibration curve for conversion of measured values, O into concentration units.

Since a preliminary calibration of the device is necessary for getting quantitative results expressed in concentration units, we can suggest two variants of its use:

1. In field work

In this case, one should carry out the express-analysis of many water samples in order to eliminate the samples, in which the impurity value is not sufficiently high (i.e. the measured parameter is on the standard level), as well as the samples of highly contamina-

ted water that require the more detailed analysis. In field work, one can also compare the contamination of different part of the place. For example, one can compare the indications for the places, which are distant from contamination sources with that, which are close to high ways and to industrial regions. One can compare the water quality at different parts of a river: up and down the river, close to villages and agricultural units. Our experience proves that such a mapping turns to be useful for ecological inspection of a region.

2. In laboratory

One carries out a quantitative analysis of contaminated water samples after creating corresponding calibration curves or by means of standards or the calibration acquired by other methods of analysis. The quantitative measurements is possible even in field-work provided that calibration curves should have already created in accordance with the particular composition of water samples.

A computerized version of the device has been created for use in a laboratory. It can accumulate a bank of calibration curves in the computer memory and carry out the processing of measurement data automatically.

The method of water impurities determination is protected by the USSR Certificates of Authorship (3,4,7); it is awarded by the Swiss Patent (8). The «Pares» company (Tallinn) had been manufacturing the automatic analyzer AQWEL till 1991.

анализа. В полевых условиях возможно также проводить сравнительную оценку загрязненности различных участков местности. Например, сравнивать показания прибора в местах, удаленных от источников загрязнений, и близких к ним (вдоль шоссейных дорог или около промышленных зон), проводить сравнение качества воды на разных участках реки: в верхнем и нижнем течении, в местах расположения населенных пунктов или сельскохозяйственных комплексов. Наш опыт показывает, что такое картирование местности оказывается полезным для оценки экологического состояния региона.

II. В стационарных лабораториях

Загрязненные пробы воды анализируют количественно после построения соответствующих калибровочных кривых с использованием эталонов или калибровки с помощью других методов анализа. Проведение количественных измерений, в принципе возможно и в полевых условиях, в этом случае калибровочные кривые должны быть построены заранее с учетом характеристического состава исследуемых проб воды.

Для лабораторного использования создана компьютеризированная версия прибора, позволяющая накапливать банк калибровочных кривых в памяти компьютера и осуществлять автоматическую обработку результатов измерения.

Метод определения примесей в воде защищен Авторскими свидетельствами СССР (3,4,7) и получил патент Швейцарии (8). Автоматический анализатор АКВЭ/1 выпускался малыми партиями фирмой «Парес» (Таллинн) до 1991г.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКИСЛЯЮЩИХСЯ ПРИМЕСЕЙ В ПОТОКЕ ВОДЫ

При использовании описанного выше метода пробы исследуемой воды заливаются в электрохимическую ячейку и к ним добавляются химические реактивы для обеспечения определенной величины рН и электропроводности раствора, что создает затруднения при анализе и не позволяет

THE ELECTROCHEMICAL METHOD OF THE OXIDIZING IMPURITIES DETERMINATION IN WATER FLOW

By the method described above a water sample fills the electrochemical cell where chemical reagents are added what provides a given pH value and electroconductivity value for the solution. This makes the analysis difficult and prevents to use the analyzer in automatic water monitoring systems. The further development of this work implies the transition to electrochemical cells of matrix type where IE-membranes serve as an electrolyte. This variant removes the necessity in the sampling, additions of chemical reagents, moreover, the sensor can be placed in the water flow and all measurements can be fully automatized.

On the basis of electrochemical sensor with solid electrolyte we have worked out the method of the organic impurities determination. It uses the oxidation of impurities at voltametry conditions, when the potential sweep is not rapid. In this connection, one should measure the additional charge demanded for the oxidation of impurities, which is the analytical basis of the method (6).

The sensor represents the electrochemical group consisted of a platinum net (working electrode, 0,5 cm²), palladized platinum net (auxiliary electrode and the reference electrode at the same time, 0,5 cm²); between them there is a cation exchange membrane MF-4SK (Naphion type) of 1 cm² in area. All three elements of the sensor are tightly pressed to each other by means of the hot molding (15) what provides the low ohmic resistance of the electrochemical group (1-2 Ohm.cm²).

The measuring equipment represents a portable electronic device (22x13x5 cm, weight 0,8 kg) automatically executing electrochemical measurements, the calculation of the data, and the indication of the measured parameter in digits. The programme consists of the following operations:

The reference electrode charging by cathodic current at the potential 0,0 V in order to make its potential constant during the operation (for 15 min before the work and for 1 min before each measurement).

использовать анализатор в полностью автоматизированных системах. Дальнейшее развитие этих работ состоит в переходе к электрохимическим ячейкам матричного типа с использованием в качестве электролита ионообменных мембран. В таком варианте отпадает необходимость отбора проб, добавления к ним химических реактивов, чувствительный элемент может быть помещен в поток воды, и измерения могут быть полностью автоматизированы.

На основе электрохимических датчиков с твердым электролитом был разработан метод определения органических примесей, основанный на их окислении в вольтамперном режиме при невысоких скоростях развертки потенциала. При этом определяют дополнительное количество электричества, расходуемое на окисление примесей, которое зависит от их концентрации в воде, что и служит аналитической основой метода (6).

Чувствительным элементом является электрохимическая группа, состоящая из платиновой сетки ($0,5 \text{ см}^2$) – рабочий электрод, палладированной платиновой сетки ($0,5 \text{ см}^2$) – вспомогательный электрод и электрод сравнения, между которыми расположена катионообменная мембрана МФ-4СК (типа Нафион) площадью 1 см^2 . Все три элемента датчика плотно прижаты друг к другу с использованием технологии горячего пресования (15), обеспечивающей низкое омическое сопротивление электрохимической группы ($1-2 \text{ ом.см}^2$).

Измерительное устройство представляет собой портативный электронный прибор ($22 \times 13 \times 5 \text{ см}$, масса $0,8 \text{ кг}$), автоматически выполняющий электрохимические измерения, обсчет результатов и индикацию измеряемого параметра в цифровом виде. Программа состоит из следующих операций:

Зарядка электрода сравнения катодным током при потенциале $0,0 \text{ В}$ для поддержания его потенциала постоянным во время работы (15 мин перед началом работы и 1 мин перед началом каждого определения).

Анодно-катодная активация рабочего электрода, обеспечивающая очистку поверхности от адсорбированных примесей и получение воспроизводимых результатов (100 с).

The anodic-cathodic activation of the working electrode providing the cleaning of the surface from adsorbed impurities (for 100 s .; this procedure also provides the reproducible results).

The linear potential sweep from $0,4$ to $1,0 \text{ V}$ and back to $0,4 \text{ V}$ as well as the integration of currents at cathodic (Q_a) and anodic (Q_c) potential sweeps.

The processing of results consisting of the determination of the ratio Q_a/Q_c ; it is the measured parameter, n . The value of n is close to unit in clean water and increases linearly with the increase of oxidizing impurities in water.

A linear dependence of the parameter n from the volume concentration has a different slope for water with different qualitative composition of impurities. Thus, we should create its own calibration curve for each type of analyzed water. The calibration is carried out by means of standard solutions of an independent method of analysis (for example, by the COD determination).

We have tested this method for alcoholic impurities (methanol, ethanol, butanol, ethylenglycol) and their mixtures, as well as for several types of sewages. The minimum concentration determined is $5-10 \text{ ppm TOC}$.

Thus, the sensitivity of this method is inferior to the method, on which the AQWEL analyzer is based. However, the possibility of the measurement in flow paves the way for its use in automatic systems of water monitoring.

The electronic analyzer can operate as a signal device that produces an alarm signal at breaking the permissible level of impurities in sewages, or as an indication device that provides the determination of the total concentration of impurities, after the corresponding calibration.

The method of oxidizing impurities determination in water flow has received the USSR Certificate of Authorship (2, 5).

REFERENCES

1. Васильев Ю.Б., Бароцкий В.С. (1975) «Промежуточные хемосорбированные частицы в электрокатализе» в сб. Проблемы кинетики и катализа, ред. Крылов О.В. и Шибанова М.Д., Наука, Москва, Т.16, с.260.

Адсорбция органических примесей при потенциале 0,4 В (500 с).

Линейная развертка потенциала от 0,4 до 1,0 В и обратно до 0,4 В с интегрированием токов, протекающих во время анодной (Q_a) и катодной (Q_k) разверток потенциала.

Обработка результатов; состоящая в определении отношения Q_a/Q_k , которое является измеряемым параметром (n). Величина n близка к единице в чистой воде и возрастает линейно с увеличением концентрации окисляющихся примесей в воде.

Линейные зависимости параметра n от объемной концентрации для воды с различным качественным составом примесей имеют разный наклон. Таким образом, для каждого типа исследуемой воды необходимо построение своей калибровочной кривой. Калибровка производится с помощью эталонных растворов или независимого метода анализа, например, определения ХПК).

Метод опробован на примесях спиртов (метилового, этилового, бутилового, этиленгликоля) и их смесей, а также на некоторых типах сточных вод. Минимальная определяемая концентрация составляет 5–10 мг/л общего органического углерода.

Таким образом, по чувствительности этот метод уступает методу, положенному в основу анализатора АКВЭЛ, однако возможность измерений в потоке и полностью автоматизированном режиме создает перспективу его использования в автоматических системах мониторинга воды.

Электронный анаализатор может работать как сигнализирующий прибор, подающий аварийный сигнал при превышении допустимого содержания окисляющихся примесей в стоках или как показывающее устройство, позволяющее определять суммарную концентрацию примесей после соответствующей калибровки.

Метод определения окисляющихся примесей в потоке воды получил Авторские свидетельства СССР (2,5).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Васильев Ю.Б., Багоцкий В.С. (1975) «Промежуточные хемосорбированные частицы в электрокатализе» в сб. Проблемы кинетики и катализа, ред. Крылов О.В. и Шибанова М.Д., Наука, Москва, Т.16, с.260.

2. Васильев Ю.Б., Алексеев В.Н., Громыко В.А. и др. (1985) «Электрохимический способ определения содержания органических примесей в воде (его варианты) и датчик для его осуществления», А.С.СССР N1158913, Бюл.Изобр. N 20, с.173.

3. Васильев Ю.Б., Хазова О.А., Михайлова А.А., Майорова Н.А. и др.(1986) «Потенциодинамический способ определения содержания общего углерода в воде», А.С.СССР N 1250929, Бюл.Изобр. N30, с.159.

4. Васильев Ю.Б., Хазова О.А., Наумов В.А. и др.(1985) «Способ определения содержания тяжелых металлов в воде», А.С.СССР N 1155059, Бюл.Изобр. N17, с.192.

5. Васильев Ю.Б., Хазова О.А., Скундин А.М. и др.(1985) «Способ определения содержания окисляющихся органических примесей в воде», А.С.СССР N 1157441, Бюл. Изобр. N 19, с.165.

6. Kazarinov V.E., Bagotzky V.S., Vassiliev Yu.B., Khazova O.A. (1988) «Electrocatalytic Methods for Determination of Organic Impurities and Cation of Certain Metals in Natural, Drinking and Sewage Water», J.Appl. Electrochem. V.186 p.347.

7. Казаринов В.Е., Васильев Ю.Б., Алексеев В.Н. и др.(1986), «Способ определения содержания общего органического углерода в воде и устройство для его осуществления», А.С.СССР N1157940, Бюл. Изобр. N 2, с.285.

8. Vassiliev Yu.B. et al. (1987) Patent CN 659327 A 5.

9. Лейте В. (1975) «Определение органических загрязнений питьевых, природных и сточных вод», ред. Лурье Ю.Ю., Химия, Москва, 199 с.

10. Лурье Ю.Ю. (1984) «Аналитическая химия промышленных сточных вод», Химия, Москва, с.65.

11. Люцарев С.В., Сметанкин Ф.И. (1980) «Определение углерода растворенного органического вещества в пресных и морских водах», в кн. «Методы исследования органического вещества в океане», ред. Романкевич Е.А., Наука, Москва, с.32.

12. «Методы биоиндикации и биотестирования природных вод» (1989), ред. Брызгалов В.А., Хоруджая Т.А., Гидрометеониздат, Ленинград.

13. Орадовский С.Г. (1980), «Комплекс химикоаналитических методов исследования нефтяного загрязнения морских вод» в кн. «Методы исследования органического вещества в океане», ред. Романкевич Е.А., Наука, Москва, с.249.

14. Parker H.D., Pitt G.D. (1987) «Pollution Control Instrument for Oil and Effluents», G.Trotman, London/Dordrecht/Boston, p.66.

15. Ticianelli E.A., Derouin C.R., Redondo A., Srinivasan S. (1988), «Methods to Advance Technology of Proton Exchange Membrane Fuel Cells», J.Electrochem. Soc. V.135, N 9, p.2209.

16. «Унифицированные методы исследования качества вод. часть I. Методы химического анализа вод» (1977), СЭВ, Москва, с.431.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР
С УФ-ОБЛУЧЕНИЕМ ОБРАЗЦОВ (МВА)

*Иванов Ю.А., к.т.н.
Томский политехнический университет
Фирма «ТЕХНОАНАЛИТ ПТД»*

Коллективом авторов Томского политехнического университета и фирмы «ТЕХНОАНАЛИТ ПТД» разработан анализатор МВА (полярограф) и методики анализа предназначенные для проведения массовых высокопроизводительных серийных анализов проб особоочистых, питьевых, природных, минеральных и сточных вод на содержание Zn, Cd, Pb, Cu, Sb, Sn, Tl, Bi, Mn, Hg, As, Co, Ni, Fe, In, фенолов, серосодержащих, суммы поверхностно-активных веществ и т.д. Анализатор может использоваться также для высокочувствительного экспрессного анализа воздуха, почв, пищевых продуктов и других объектов. В качестве индикаторных, применяются стационарные электроды: ртутно-плёночный, графитовый, стекло-углеродный, золотой и другие.

Отличительными преимуществами анализатора являются: устранение мешающих растворенных органических веществ и кислорода в пробе с помощью специального УФ-источника без использования трудоёмкого мокрого озоления и дорогого инертного газа, одновременный анализ 3-х проб, одновременное определение Zn, Cd, Pb, Cu, полная автоматизация анализов, простота в эксплуатации и низкая стоимость анализов. Предусмотрена возможность подключения IBM-совместимого компьютера расширяющего аналитические возможности и сервисные функции прибора. Диапазон измеряемых концентраций составляет 0,0001–6 мг/л. Число независимых перестраиваемых программ анализа в памяти процессора – 10. Вес различных модификаций – 6–10 кг.

Анализатор и используемые методики анализа метрологически аттестованы, апробированы и успешно используются при контроле качества объектов окружающей среды, пищевых и сельхозпродуктов. В 1993–1994 гг. внедрено 84 прибора

Производство анализаторов, их внедрение, обслуживание, осуществляет фирма «ТЕХНОАНАЛИТ ПТД» (РОССИЯ, 634004, г.Томск, а/я 352, тел./факс (382–2) 49–25–25.

MICROPROCESSOR VOLTAMMETRIC
ANALYZER WITH UV-IRRADIATION
OF SAMPLES (MVA)

*Y.A. Ivanov, D.Ph
Polytechnical University,
«Technoanalyt Ltd» Firm, Tomsk*

Analyzer (polarograph) MVA and analytical procedures for highly efficient large-scale determinations of Zn, Cd, Pb, Cu, Sb, Sn, Tl, Bi, Mn, Hg, As, Co, Ni, Fe, In, phenols, sulfur-containing substances, surfactants (total content) et.al. in samples of high pure, drinking, natural, mineral and waste waters have been developed by the collective of authors of Tomsk Polytechnical University and «Technoanalyt Ltd» Firm. Analyzer also may be used for high sensitive express analyses of air, soils, food stuffs and other objects. As indicator are used stationary electrodes: mercury film, carbon, glassy carbon, gold and others.

The distinctive advantages of analyzer are: removal of dissolved organic substances and oxygen in samples by means of the special UV-source, without using of labourous wet digestion and expensive inert gas, analysis of three samples in time, simultaneous determination of Zn, Cd, Pb, Cu, complete automation of analyses, the ease in use and low analyses cost. Analyzer's service functions and analytical abilities can be extended by linking up to IBM compatible computer. Determined concentration range: 0,1 – 6000 ppb. Number of independent re-arranged programs of analyses in processor's memory – 10. Weight of different modifications – 6–10 kg.

Analyzer and analytical procedures employed are certified, approbated and successfully used in environmental and food stuffs control, 84 devices have been supplied to practice using during 1993–1994 years.

Production, introduction and service of analyzers are being carried out by the «Technoanalyt Ltd» Firm. (Russia, 634004, Tomsk, mail box 352, phone/fax: (382–2) 49–25–25)

ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ КАРТА
РОССИИ МАСШТАБА 1:5 000 000,
КАК ОСНОВА РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

*Е.А. Басков, доктор геол.-минер.
наук, профессор*

*С.Н. Суриков, кандидат геол.-минер. наук
Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт
им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ)*

Составлена эколого-гидрогеохимическая карта России в масштабе 1 : 5 000 000 с отдельной характеристикой гидрохимической зональности для верхнего (в основном до уровня регионального базиса эрозии) и нижнего (в осадочных бассейнах – до 5–7 км, в складчатых областях – до глубин 0,5–1 км от базиса эрозии) гидрогеохимических этажей. Гидрогеохимические зоны при этом выделяются по признакам преобладающего химического состава подземных вод с учетом экологически неблагоприятных показателей их состава, связанных как с естественными, так и технологическими процессами.

Для верхнего и нижнего гидрогеохимических этажей выделены районы с отсутствием и наличием антропогенного загрязнения подземных вод. При выделении гидрогеохимических зон в районах с наличием антропогенного загрязнения учитывается комплекс различных ведущих гидрохимических показателей загрязнения, определяемый в основном направленностью техногенных процессов. Проведена типизация районов с наличием антропогенного загрязнения по гидрогеохимическим показателям. Рассмотрены региональные литологоформационные и мерзлотные факторы защищенности подземных вод от загрязнения.

Карта позволяет оценить масштабы загрязнения питьевых вод при существующей техногенной нагрузке и прогнозировать возможные изменения качественных показателей подземных вод в региональном плане при изменении техногенного воздействия.

Выявление региональных гидрогеохимических закономерностей и, прежде всего, закономерностей распространения подземных вод разных по минерализации и химическому составу в верхних частях разреза земной коры (до глубин 5–7 км) необходимо

«ECOLOGICAL-HYDROGEOCHEMICAL MAP
OF RUSSIA ON 1:500 000 SCALE»
AS THE BASIS FOR REGIONAL ASSESSMENT
OF POTABLE GROUNDWATER QUALITY

*E.A. Baskov, Doctor of Geological
and Mineralogical Sciences, Professor.
S.N. Surikov, Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences.*

*A.P. Karpinsky Russian Geological Research
Institute (VSEGEI)*

The Ecological-Hydrogeochemical Map of Russia has been compiled on 1:5 000 000 scale with a separate characteristic of hydrogeochemical zonation for the upper mainly to the level of the regional base level of erosion and lower (in sedimentary basins to 5–7 km; in folded areas to the depth of 0,5–1 km from the base level of erosion) hydrogeochemical stages. Hydrogeochemical zones are distinguished on the basis of the prevailing chemical composition of groundwater taking into account the environmentally unfavourable features of its composition associated with both natural and technogenic processes.

For the upper and lower hydrogeochemical stages areas with anthropogenic pollution of groundwater and without it are distinguished. When hydrogeochemical zones are distinguished in areas with anthropogenic pollution, account is taken of different leading hydrochemical features of pollution, which are mainly determined by the direction of technogenic processes. Typification of areas with anthropogenic pollution on the basis of hydrogeochemical features is accomplished. Regional lithological-formational and permafrost factors of groundwater protection from pollution are considered.

The map enables to assess the extent of potable water pollution under the existing technogenic load and to predict possible changes in groundwater quality in regional plan with a changing technogenic impact.

Revealing of the regional hydrogeochemical pattern and primarily distribution pattern of groundwater of different salinity and chemical composition in the upper parts of the Earth's crust sections (to the depth of 5–7 km) is necessary for solution of a number of theoretic

для решения ряда теоретических и практических вопросов, связанных с оценкой использования подземных вод в различных народно-хозяйственных целях (водоснабжение, орошение, бальнеология, теплофикация и др.), а также в связи с решением вопросов экологии и охраны окружающей среды.

Региональные гидрогеохимические закономерности наиболее четко могут быть вскрыты и отражены на обзорных гидрогеохимических картах с применением методики объемного гидрогеохимического картографирования, предусматривающего расчленение разреза геологических структур на гидрогеохимические этажи, провинции, области, районы и зоны (Зайцев и Толстикхин, 1964; Басков и др., 1979). При этом выделение наиболее крупных гидрогеохимических подразделений (этажей, провинций) осуществляется в основном по признакам газового состава подземных вод. Последующие гидрогеохимические подразделения (районы, зоны) проводятся с учетом изменения минерализации и содержания различных компонентов ионно-солевого состава подземных вод по площади и в разрезе геологических структур.

К этому типу карт относятся и составленная во ВСЕГЕИ с участием других организаций (Санкт-Петербургский горный институт, акционерное общество «ЮНОНА-ГЕО», Иркутский политехнический университет, Тюменский индустриальный институт) «Эколого-гидрогеохимическая карта России масштаба 1:5 000 000», на которой основное внимание уделено региональной оценке качества и охраны подземных вод, используемых для водоснабжения.

На этой карте в вертикальном разрезе геологических структур в областях суши до изученных глубин (в складчатых областях обычно до 0,5–1 км; в осадочных бассейнах до 5–7 км) выделено два гидрогеохимических этажа (верхний и нижний), существенно различающихся направленностью гидрогеохимических процессов и степенью защищенности подземных вод от загрязнения. Верхний этаж, наиболее подверженный загрязнению, охватывает подземные воды зоны современного гипергенеза, получающие питание в естественных условиях с дневной поверхности; нижний этаж – более глубокие части изученного разреза геологических структур.

tical and practical problems connected with the assessment of the use of groundwater for different purposes in national economy (water supply, irrigation, balneology, heating systems etc.), as well as in connection with the solution of ecological and environmental protection problems.

Regional hydrogeochemical pattern can be presented and reflected most distinctly in sketch hydrogeochemical maps using the procedure of three-dimensional hydrogeochemical mapping, which envisages the subdivision of the section of geological structures into hydrogeochemical stages, provinces, regions, areas and zones (Zaitsev and Tolstikhin, 1964; Baskov et al., 1979). The largest hydrogeochemical units (stages, provinces) are mainly distinguished on the basis of gas composition of groundwater. Subsequent hydrogeodynamical subdivisions (regions, zones) are based on changes in mineralization and contents of different components of ionic-salt composition of groundwater on area and in the section of geological structures.

The type of maps comprises the «Ecological-Hydrogeochemical Map of Russia» on 1:5 000 000 scale compiled at VSEGEI with participation of other organizations (St. Petersburg Institute of Mines, Stock Company «Yunona-GEO», Irkutsk Polytechnical Institute, Tyumen Industrial Institute); major emphasis in this map is placed on a regional assessment of quality and protection of groundwater used for water supply.

Two hydrogeochemical stages (the upper and lower one) with essentially different direction of hydrogeochemical processes and degree of groundwater protection from pollution are distinguished in this map in the vertical section of geological structures in land areas to the investigated depth (in folded areas commonly to 0,5–1 km; in sedimentary basins to 5–7 km). The upper stage, which is most subject to pollution, comprises groundwater in modern hypergenetic zones, which are recharged from the day surface under natural conditions; the lower stage comprises deeper parts of the investigated section of geological structures.

Гидрогеохимические этажи (верхний и нижний) по признакам строения гидрогеохимической зональности (с учетом масштабов техногенного воздействия) подразделяются на эколого-гидрогеохимические районы, представляющие собой основной элемент легенды карты. Гидрогеохимическая зональность отдельных районов отражается в наличии в их вертикальном разрезе и по площади определенных гидрогеохимических зон, залегающих в пределах этих районов в одинаковой последовательности. Гидрогеохимические зоны представляют собой части разреза геологических структур, характеризующиеся господствующим распространением подземных вод определенной минерализации и химического состава. При разработке легенды «Эколого-гидрогеохимической карты России масштаба 1:5 000 000» гидрогеохимические зоны выделялись как с учетом экологически неблагоприятных естественных показателей качества питьевых вод (повышенные концентрации некоторых элементов и соединений: фтора, сероводорода, мышьяка, железа и др.), так и с учетом загрязнения вод под влиянием антропогенного воздействия.

Верхний гидрогеохимический этаж включает верхнюю часть разреза геологических структур в основном до региональных базисов эрозии и содержит в областях суши преимущественно подземные воды с растворенными газами кислородно-азотного (и азотного) состава атмосферного питания, участвующие в современном кругообороте природных вод. То есть, это – подземные воды свободного (активного, интенсивного) водообмена (или зоны современного гипергенеза). Для верхнего этажа характерно широкое развитие окислительно-восстановительных процессов под воздействием кислородсодержащих вод атмосферного питания. Мощность верхнего этажа колеблется обычно от первых десятков до нескольких сотен метров и зависит в естественных условиях главным образом от глубины вреза гидрографической сети. В областях гумидного климата в терригенных и карбонатных формациях в верхнем этаже распространены в основном пресные (до 0,3–0,5 г/кг) воды гидрокарбонатного магниево-кальциевого состава. При наличии сульфатсодержащих пород формируются также соленоватые (до 1–3 г/кг) сульфатные кальциевые воды, а среди галититовых соленосных толщ –

Hydrogeochemical stages (the upper and the lower one) are subdivided into ecological-hydrogeochemical regions, which are the basic element of the map legend, proceeding from the structural features of hydrogeochemical zonation (taking into account the extent of technogenic impact). Hydrogeochemical zonation of isolated regions shows up in the presence of certain hydrogeochemical zones in their vertical section and on area; the said zones occur in the same succession within these regions. Hydrogeochemical zones are parts of the section of geological structures, characterized by the predominant occurrence of groundwater with a definite salinity and chemical composition. When the legend of the «Ecological-Hydrogeochemical Map..» was developed, these zones were distinguished both with regard for environmentally unfavourable natural characteristics of the quality of potable water (elevated concentrations of certain elements and compounds, i.e. fluoride, hydrogen sulfide, arsenic, iron etc.), and taking into account water pollution due to anthropogenic impact.

The upper hydrogeochemical stage comprises the upper part of the section of geological structures (mainly to the regional base levels of erosion) and contains in land areas predominantly groundwater with dissolved gases of oxygen-nitrogen and nitrogen composition with an atmospheric recharge participating in modern natural hydrological cycle. Therefore, this is groundwater of the free (active, intense) water exchange zone or modern hypergenetic zone. The upper stage is characterized by extensive development of processes under the action of oxygen-bearing water of atmospheric recharge. The thickness of the upper stage commonly varies from several dozens of meters to several hundred meters and, under natural conditions, is mainly dependent on the incision depth of the drainage system. In areas with humid climate the upper stage of the terrigenous and carbonate formations mainly contains fresh (to 0,3–0,5 g/kg) water of a hydrocarbonate magnesium-calcium composition. If there are sulfate-bearing rocks, brackish (to 1–3 g/kg) sulfate-calcium water also forms; and among halite salt-bearing sequence, sodium chloride water also appears as well as brines with the salinity commonly from 5–10 to 50–

также хлоридные натриевые соленые воды и рассолы с минерализацией от 5–10 до 50–100, реже до 200–250 г/кг. В областях аридного климата в верхнем этаже широко распространены соленые воды и реже рассолы (до 50–100 и более г/кг), формирующиеся в результате процессов континентального засоления.

Гидрогеохимические районы, выделяемые в пределах верхнего этажа, подразделены на карте на две группы. К первой отнесены районы с отсутствием антропогенного загрязнения подземных вод, ко второй – с его наличием.

Районы первой группы показаны на карте сплошной цветной закраской. Всего выделяется 24 категории районов первой группы с разным характером гидрогеохимической зональности. В них преобладают пресные и слабосоленые воды, пригодные для водоснабжения. Районы первой группы с естественной гидрогеохимической зональностью и отсутствием существенного техногенного загрязнения распространены на большей части территории России и особенно в ее азиатской части. Вместе с тем на отдельных участках районов в естественных условиях формируются подземные воды, неблагоприятные в экологическом отношении для питьевого водоснабжения. К ним относятся воды, обогащенные железом (более 0,3 мг/кг), марганцем (более 0,1 мг/кг), стронцием (более 7 мг/кг), фтором (более 1,5 мг/кг), мышьяком (более 0,05 мг/кг), бериллием (более 0,0002 мг/кг), сульфат-ионами (более 500 мг/кг), хлор-ионами (более 600 мг/кг), а также сероводородные и радоновые. На карте специальными знаками выделены территории, на отдельных участках которых в первом от поверхности водоносном горизонте (или зоне трещиноватости) встречаются (или могут быть встречены) подземные воды подобного состава.

Районы второй группы верхнего этажа с наличием на отдельных участках антропогенного загрязнения подземных вод приурочены к территории интенсивного хозяйственного освоения. С использованием работ Гольдберга и др. (1990), Гроздовой (1987, 1990), Ершова и др. (1993), Крайнова и Швеца (1992), Крайнова и Закутина (1993), Маринова и Пиннекера (1983), Мироненко и др. (1980), Питьевой (1984), Тютюновой (1987) и других исследователей произведена типизация ан-

100 g/kg (less frequently to 200–250 g/kg). In areas with aride climate saline water (less frequently brines to 50–100 g/kg or more) is widespread in the upper stage; it forms as a result of continental salinization processes.

Hydrogeochemical regions distinguished within the upper stage, are subdivided into two groups in the map. The first group comprises regions in which there is no anthropogenic pollution of groundwater; the second group regions with anthropogenic pollution.

Regions of the first group are shown by dense colouring in the map. Overall, 24 categories of regions of the first group are distinguished in the map with different character of hydrogeochemical zonation. They are dominated by fresh and slightly saline water, suitable for water supply. Areas of the first group with a natural hydrogeochemical zonation and absence of significant technogenic pollution of groundwater occur over most of the territory of Russia, particularly in its Asian part. At the same time, in some regions of this group, on certain areas groundwater forms under natural conditions, which is environmentally unfavourable for drinking water supply. This is, particularly, groundwater enriched in iron (over 0,3 mg/kg), manganese (over 0,1 mg/kg), strontium (over 7 mg/kg), fluorine (over 1,5 mg/kg), arsenic (over 0,05 mg/kg), beryllium (over 0,0002 mg/kg), sulfate-ion (over 500 mg/kg), chlorine-ion (over 600 mg/kg), as well as hydrogen sulfide water and radon water. Special symbols in the map show territories, on certain areas of which groundwater of such a composition occurs or might be recorded in the first aquifer from the surface (or fracturing zone).

Regions of the second group of the upper stage, with the presence of anthropogenic groundwater pollution in certain areas, are confined to the territories subject to intense economic development. Typification of anthropogenic pollution of natural water was conducted on the basis of a combination of the leading hydrogeochemical features with the use of the works by Goldberg et al. (1990), Grozdova (1987, 1990), Ershova et al. (1993), Krainov and Shvets (1992), Krainov and Zakutin

тропогенного загрязнения природных вод по комплексу ведущих гидрогеохимических показателей. Всего различается шесть основных типов загрязнения, взаимосвязанных с характером преобладающей хозяйственной деятельности.

Первый тип загрязнения – минеральный – с повышенными содержаниями, хлоридов, сульфатов, с увеличением общей минерализации и жесткости. Он связан с подтоком соленых вод из нижележащих горизонтов в процессе интенсивной эксплуатации пресных вод. Второй тип загрязнения – органо-минеральный и бактериальный. Основные загрязняющие вещества: нитраты, аммоний, пестициды, фосфаты, калий, бор, местами тяжелые металлы, болезнетворные бактерии. Для этого типа загрязнения, связанного в основном с сельским хозяйством (неорганические и органические удобрения, ядохимикаты, стоки с птицефабрик и пр.) наиболее характерны околонейтральные кислородные воды с высокими Eh, а также околонейтральные бескислородно-бессульфидные с низкими Eh (Крайнов и Закутин, 1993). Третьему типу загрязнения присущ широкий комплекс в основном минеральных, и реже бактериальных веществ: тяжелые металлы, хлориды, сульфаты, фтор, кислоты, цианиды, местами болезнетворные бактерии. Подземные воды здесь часто кислые с высокими значениями Eh, а также околонейтральные с высокими Eh. Этот тип загрязнения обусловлен воздействием сточных вод в районах горнодобывающей, рудообогатительной, металлургической промышленности и крупных городских аггломераций. Четвертый тип загрязнения с преобладанием органических и органо-минеральных загрязнений: фенолов, аминов, анилинов, спиртов, смол, серо- и хлорсодержащих органических соединений – связан с поступлением сточных вод с объектов целлюлозно-бумажной, лесохимической и легкой промышленности. В пятом типе основные загрязняющие вещества: нефть и нефтепродукты в районах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Шестой тип загрязнения – радиоактивные вещества в районах выпадения радиоактивных осадков.

В результате анализа материалов по гидрогеохимии техногенных процессов, масштабу и направленности хозяйственной деятельности на территории России проведена

(1993), Marinov and Pinneker (1983), Mironenko et al. (1980), Pitieva (1984), Tyutyunova (1987) etc. Overall, there are 6 mayor types of pollution, mutually correlated with the character of predominant economic activity, deterring a certain type of pollution.

The first type is mineral pollution, with elevated contents of chlorides, sulfates, with increasing general mineralization and hardness. It is connected with seepage of salt water from the underlying aquifers in the process of intense exploitation of freshwater. The second type of pollution is organo-mineral and bacterial pollution; the main pollutants are: nitrates, ammonium, pesticides, phosphates, potassium, boron, locally heavy metals, pathogenic bacteria. This type mainly associated with agricultural production (inorganic and +organic fertilizers, chemical weed-killers, discharge from cattlebreeding complexes, poultry farms etc.) is mostly characterized by perineutral oxygen water with high Eh values, as well as – perineutral oxygen-free-sulfide-free water with low Eh values (Krainov and Zakutin, 1993). The third type of pollution is characterized by an extensive complex of mainly mineral and less frequently bacterial pollutants i.e. heavy metals, chlorides, sulfates, fluorine, acids, cyanides, locally pathogenic bacteria. Here, groundwater is often acidic with high Eh values, as well as – perineutral with high Eh. This type is due to the action of discharge water, mainly in areas with mining activity, ore dressing plants, metallurgical industry, as well as large urban agglomerations. The fourth type of pollution is dominated by organic and organo-mineral pollutants, i.e. phenols, amines, anilines, alcohols, resins, sulfur- and chlorine-bearing organic compounds; it is connected with supply of discharge water mainly from enterprises of pulp-and-paper industry, forest chemical industry and light industry. Among the main substances in the fifth type of pollutants are oil and petroleum products. This type is particularly widespread in regions with oil production and in regions, where oilprocessing enterprises are located. The sixth type of pollution is represented by radioactive substances. It has a regional extent and is mainly recorded in areas subject to radioactive fallout.

As a result of analysis of the materials on hydrochemistry of technogenic processes, as well as the extent and direction of economic activity in the territory of Russia, the system-

систематизация гидрогеохимических районов второй группы верхнего этажа. Всего среди них выделено 11 категорий, различающихся по типу антропогенного загрязнения природных вод. Границы районов проводились с учетом направления регионального подземного стока и господствующих ветров. Районы второй группы показываются на карте штриховкой разного цвета, наложенной на сплошную закраску районов первой группы.

Региональный характер распространения имеет категория районов, связанных с интенсивным сельскохозяйственным освоением (второй тип загрязнения). Они охватывают большую часть центральной и южной частей Европейской России и южной части Сибири. Региональное распространение приобретает категория районов с наибольшей антропогенной нагрузкой, в которых состав подземных вод изменяется под влиянием нескольких факторов (типов загрязнений). Эта категория районов широко представлена на Центральном и Южном Урале, в Волго-Уральской области, Подмосковье и других регионах.

Нижний гидрогеохимический этаж располагается в геологических структурах глубже верхнего этажа. На суше он залегает ниже зоны распространения кислородно-азотных и азотных вод современного гипергенеза. В областях развития неметаморфизованных и слабometаморфизованных осадочных и вулканогенно-осадочных пород для него характерны подземные воды в основном с метановыми, метаново-азотными, сероводородно-метановыми, реже азотными газами; в кристаллических породах – воды с азотными газами, в областях с проявлениями современного и молодого вулканизма также воды с углекислыми и сероводородно-углекислыми газами. Подземные воды в нижнем этаже до изученных глубин (5–7 км) преимущественно седиментогенные и древнеинфильтрационные, в основном соленые (1–35 г/кг) и рассолы (до 250–350 г/кг) во взаимосвязи с галогенными формациями, не получающие в современных условиях питания с дневной поверхности. Вместе с тем в нижнем этаже местами довольно широко распространены пресные и солоноватые воды гидрокарбонатного состава, пригодные для целей водоснабжения. Они представлены древними

атизация гидрохимических регионов второй группы верхнего этажа была выполнена. Всего, 11 категорий были выделены среди них различающихся по типам (или комбинации типов) антропогенного загрязнения природных вод. Границы этих регионов были проведены, принимая во внимание направление регионального подземного стока, а также господствующее направление ветра. Районы второй группы показаны на карте штриховкой различного цвета, наложенной на сплошную окраску регионов первой группы.

Региональный характер распространения является типичным для категории регионов, связанных с интенсивным развитием сельского хозяйства (второй тип загрязнения). Они охватывают большую часть центральной и южной частей Европейской России и южной части Сибири. Региональное распространение является типичным для категории регионов с наибольшей антропогенной нагрузкой, в которых состав подземных вод изменяется под влиянием нескольких факторов (типов загрязнений). Эта категория регионов широко представлена на Центральном и Южном Урале, в Волго-Уральском районе, Московской области и др.

Нижний гидрогеохимический этаж располагается в геологических структурах глубже верхнего этажа. На суше он залегает ниже зоны распространения кислородно-азотных (и азотных) вод современного гипергенеза. В областях развития неметаморфических и слабо метаморфических осадочных и вулканогенно-осадочных пород для него характерны подземные воды в основном с метановыми, метаново-азотными, сероводородно-метановыми, реже азотными газами; в кристаллических породах – воды с азотными газами, в областях с проявлениями современного и молодого вулканизма также воды с углекислыми и сероводородно-углекислыми газами. Подземные воды в нижнем этаже до изученных глубин (5–7 км) преимущественно седиментогенные и древнеинфильтрационные, в основном соленые (1–35 г/кг) и рассолы (до 250–350 г/кг) во взаимосвязи с галогенными формациями, не получающие в современных условиях питания с дневной поверхности. Вместе с тем в нижнем этаже местами довольно широко распространены пресные и солоноватые воды гидрокарбонатного состава, пригодные для целей водоснабжения. Они представлены древними

инфильтрогенными водами атмосферного питания, приуроченными к верхним водоносным горизонтам и зонам трещиноватости нижнего этажа в структурах разного типа, а также часто седиментогенными водами в континентальных гумидных формациях осадочных бассейнов.

Гидрогеохимическая зональность в пределах нижнего этажа характеризуется большой сложностью и определяется в основном геологическими факторами (строением рядов формаций, степенью и характером дислоцированности и метаморфизма пород и т.п.). Поэтому гидрогеохимические районы нижнего этажа подразделяются на районы: 1) с закономерным изменением минерализации подземных вод с глубиной, например, в осадочных бассейнах и 2) в основном с незакономерным изменением минерализации подземных вод с глубиной, например, в складчатых структурах разного типа.

Учитывая экологическую направленность карты, районы нижнего этажа подразделяются, также как и ранее районы верхнего этажа, на: 1) районы с отсутствием антропогенного загрязнения подземных вод; 2) районы с наличием антропогенного загрязнения подземных вод.

Антропогенное воздействие на химический состав подземных вод нижнего этажа проявлено значительно слабее по сравнению с верхним. Изменения химического состава здесь носят локальный характер. Исключения составляют районы интенсивной добычи нефти и газа, а также с интенсивной эксплуатацией подземных вод, выделенные на карте особыми знаками. Кроме того показано распространение в нижнем этаже соленых вод и рассолов, обогащенных сероводородом (до 100–1000 мг/л и более), пресных и солоноватых подземных вод с повышенными концентрациями фтора, стронция и железа.

Специальными знаками показаны на карте региональные мерзлотные и литолого-формационные факторы защищенности подземных вод от загрязнения. Выделены территории с развитием 1) сплошной и слабопрерывистой многолетней мерзлоты (75–95% площади), 2) прерывистой и массивно-островной мерзлоты (25–75% площади), 3) выдержанных глинистых водоупоров в верхних частях разреза дочетвертичных отложений, 4) прерывистых (невыверженных)

of the lower stage in structures of different types, and quite often by sedimentogenic water in humid continental formations of sedimentary basins.

Hydrogeochemical zonation within the lower stage is very complex and is mainly determined by geological factors (structure of the series of formations, degree and character of rock dislocation and metamorphism etc.). In connection with this hydrogeochemical regions of the lower stage are subdivided into the following groups: 1) regions with a regular change in groundwater salinity with depth (in sedimentary basins etc.); 2) regions with predominantly irregular change in groundwater salinity with depth (in folded structures of different type).

Taking into account the ecological trend of the map, regions of the lower stage, similarly to those of the upper one, are subdivided into: 1) hydrogeochemical regions without anthropogenic pollution of groundwater; 2) hydrogeochemical regions with anthropogenic pollution of groundwater.

Anthropogenic impact on the chemical composition of groundwater of the lower stage, up much weaker as compared to the upper stage. Commonly, the change in the chemical composition of groundwater in the lower stage also has a local character. An exception are regions with intense oil and gas production, as well as regions with intense exploitation of groundwater. These regions are shown by special symbols in the map. Besides, the map shows distribution of saline groundwater and brines enriched in hydrogen sulfide (to 100–1000 mg/l or more) in the lower stage, as well as fresh and brackish groundwater with elevated concentrations of fluorine, strontium and iron.

Special symbols in the map show regional permafrost and lithological-formational factors of groundwater protection from pollution (mainly, in the upper stage). Particularly, the following territories are distinguished: 1) with development of continuous and slightly fragmentary permafrost zone (75–95% of the area); 2) with development of a discontinuous and massive insular frozen ground (25–75%); 3) with development of consistent clayey impermeable beds in the upper parts of the

глинистых водоупоров в четвертичных ледниковых отложениях, 5) галогенных формаций в верхних частях разреза, 6) карбонатных формаций в верхних частях разреза. На карте показаны также некоторые протяженные подрусловые сквозные талики в области сплошной и слабопрерывистой многолетней мерзлоты, а также выделены территории с интенсивной разгрузкой подземных вод нижнего этажа. Все эти показатели имеют важное значение при региональной оценке степени защищенности подземных вод, пригодных для водоснабжения, от техногенного воздействия разного типа.

Принятая методика гидрогеохимического картографирования позволяет отразить на «Эколого-гидрогеохимической карте России масштаба 1:5 000 000» не только существующую гидрогеохимическую обстановку по площади и в разрезе геологических структур разного типа и оценить масштабы загрязнения питьевых вод при существующей техногенной нагрузке, но и прогнозировать возможные изменения качественных показателей подземных вод в региональном плане при изменении техногенного воздействия в различных регионах. Эта методика может быть рекомендована к использованию при проведении эколого-геохимических работ средних и крупных масштабов (1:200 000 – 1:50 000).

ЛИТЕРАТУРА

Басков Е.А., Егоров С.В., Зайцев И.К. (ред). 1979. Гидрогеохимическая карта территории СССР масштаба 1:10 000 000 с объяснительной запиской. Изд-во ВСЕГЕИ, Ленинград.

Гольдберг В.М., Мелькановицкая С.Г., Лукьянчиков В.М. 1990. Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. ВСЕГИНГЕО, Москва.

Гроздова О.И. 1987. Картографирование и региональные прогнозы техногенных изменений подземной гидросферы. Обзор. Гидрогеология, инженерная геология. ВИЭМС, Москва.

pre-Quaternary section; 4) with development of discontinuous (inconsistent) clayey impermeable beds in the Quaternary glacial deposits; 5) with development of galogene formations in the upper parts of the section; 6) with development of carbonate formations in the upper parts of the section. The map also shows some extensive subchannel through-going taliks in the area of continuous and slightly discontinuous perennially frozen ground; territories with intense groundwater discharge at the lower stage are distinguished. All these characteristics are of great significance during the regional assessment of protection degree of groundwater, suitable for water supply, from different types of technogenic impact.

The accepted procedure of hydrogeochemical mapping makes it possible to reflect in the «Ecological-Hydrogeochemical Map of Russia on 1:5 000 000 scale» not only the existing hydrogeochemical setting on area and in the section of geological structures of different type, assess the extent of potable water pollution under the existing technogenic load, but also to predict possible changes in qualitative characteristics of groundwater in regional plan during changes in technogenic impact in different regions. It should be noted, that this procedure can be recommended for use during ecological-hydrogeochemical works on the medium and large scale (1:200 000 – 1:50 000).

REFERENCES

Baskov E.A., Egorov S.V., Zaitsev I.K. (Ed.). 1979. Hydrogeochemical Map of the USSR territory on 1:10 000 000 scale with Explanatory Notes. VSEGEI Press, Leningrad.

Goldberg V.M., Melkanovitskaya S.G., Luk'yanchikov V.M. 1990. Recommendations on revealing and assessment of groundwater pollution, VSEGINGEO, Moscow.

Grozдова O.I. 1987. Mapping and regional prediction of technogenic alterations in underground hydrosphere. Review: "Hydrogeology, engineering geology", VIEMS, Moscow.

Гроздова О.И. 1990. Мелкомасштабное картографирование техногенных изменений подземной гидросферы. – «Методы региональных гидрогеологических исследований». ВСЕГИНГЕО, М., с. 87–95.

Ершов Э.Д., Чижов А.Б., Гаврилов А.В., Максимова Л.Н. 1993. Геоэкологические условия криолитозоны. – «Геоэкология», N 2, с. 3–17

Зайцев И.К., Толстихин Н.И. (гл. ред). 1964. Гидрохимическая карта СССР, минеральные воды. Масштаб 1: 5 000 000. Изд-во МинГео СССР, Ленинград.

Крайнов С.Р., Швец В.М. 1992. Гидрогеохимия. М., Недра.

Крайнов С.Р., Закутин В.П. 1993. Загрязнение подземных вод в сельскохозяйственных регионах. Обзор. Гидрогеология, инженерная геология, вып. 2. Геонинформарк. Москва.

Маринов Н.А., Пиннекер Е.В. (отв. ред). 1983. Основы гидрогеологии. Использование и охрана подземных вод. Наука, Новосибирск.

Мироненко В.А., Румынин В.Г., Учаев В.К. 1980. Охрана подземных вод горнодобывающих предприятий. Л., Недра.

Питьева К.Е. 1984. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. М., Наука.

Тютюнова Ф.И. 1987. Гидрогеохимия техногенеза. М., Наука.

Grozdova O.I. 1990. Small-scale mapping of technogenic alterations in underground hydrosphere. In collection of papers: «Methods of regional hydrogeological studies at VSEGIN-GEO». Moscow, pp. 87–95.

Ershov E.D., Chizhov A.B., Gavrilov A.V., Maksimova L.N. 1993. Geoecological conditions of cryolithic zone. – «Geoecology», N 2, pp. 3–17.

Zaitsev I.K., Tolstikhin N.I. (Ed.-in-Chief). 1964. Hydrochemical Map of the USSR, mineral waters. Scale 1:5 000 000. Press of USSR Ministry of Geology, Leningrad.

Krainov S.R., Shvets V.M. 1992. Hydrochemistry. «Nedra». Moscow.

Krainov S.R., Zakutin V.P. 1993. Groundwater pollution in agricultural regions. Review. Hydrogeology, engineering geology, issue 2. MGP. «Geoinformark», Moscow.

Marinov N.A., Pinneker E.V. (Resp. Editors). 1983. Fundamentals of hydrogeology. Use and protection of groundwater. «Nauka». Novosibirsk.

Mironenko V.A., Rumynin V.G., Uchaev V.K. 1980. Protection of groundwater at mining enterprises. «Nedra», Leningrad.

Pitlieva K.E. 1984. Hydrogeochemical aspects of protection of geological environment. «Nauka», Moscow.

Tyutyunova F.I. 1987. Hydrogeochemistry of technogenesis. «Nauka», Moscow.

MONITORING OF THE WATER RESOURCE OF TURKMENISTAN

*Iskanderov T.A., Talaev E.I., Chemova N.B.
Institute of Chemistry of the Academy of
Sciences of Turkmenistan,*

Ecology of Central Asia is unsuccessful. Both the deficiency of water and exhaustion of quality of water take place with degradation of water sources. Complex structural coupling of agricultural, mineral and refining industry demand the improvement and rational make use of water resources. All these aspects imply the necessity of intensive monitoring of water resources of Turkmenistan.

In this report fresh and salt underground water sources of Turkmenistan were studied. Complex evaluation of the current quality were done with 75 valuable parameters. Scientific basis of our study were instrumental methods of chemical analysis (IR-spectroscopy, GL-chromatography and other).

In probe doing the selective sorbents and extraction were applied.

Main diagnosis was done in region of Dashkhowus velajat of Turkmenistan that is an ecological disaster region. It was found that content variation of Pb, Mn, Fe was within interval of 1 to 3-4 upper admit concentration (UAC), content of Cd within 0.3 - 7 UAC in all region of velajat. Presence of the chlorine organic pesticides in some water sources were found. Priority series of organic pollutants were established too. Analogous tendency was found for sources in another regions.

Computer data bases are applied for systematic, storage, analysis and reports. Data base of chemical components of surface and underground waters of Turkmenistan may be used for mathematical simulation for forecast of quality of control water sources. These data bases will be used as foundation for new National Standard of Water Quality of Turkmenistan.

MONITORING OF THE WATER RESOURCE OF TURKMENISTAN

*Iskanderov T.A., Talaev E.I., Chernova N.B.
Institute of Chemistry of the Academy of
Sciences of Turkmenistan.*

Ecology of Central Asia is unsuccessful. Both the deficiency of water and exhaustion of quality of water take place with degradation of water sources. Complex structural coupling of agricultural, mineral and refining industry demand the improvement and rational make use of water resources. All these aspects imply the necessity of intensive monitoring of water resources of Turkmenistan.

In this report fresh and salt underground water sources of Turkmenistan were studied. Complex evaluation of the current quality were done with 75 valuable parameters. Scientific basis of our study were instrumental methods of chemical analysis (IR-spectroscopy, GL-chromatography and other).

In probe doing the selective sorbents and extraction were applied.

Main diagnosis was done in region of Dashkhowus velajat of Turkmenistan that is a ecological disaster region. It was found that content variation of Pb, Mn, Fe was within interval of 1 to 3-4 upper admit concentration (UAC), content of Cd within 0.3 - 7 UAC in all region of velajat. Presence of the chlorine organic pesticides in some water sources were found. Priority series of organic pollutants were established too. Analogous tendency was found for sources in another regions.

Computer data bases are applied for systematic, storage, analysis and reports. Data base of chemical components of surface and underground waters of Turkmenistan may be use for mathematical simulation for forecast of quality of control water sources. These data bases will use as foundation for new National Standard of Water Quality of Turkmenistan.

МОНИТОРИНГ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ РЕГИОНОВ – ОПЫТ
ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

*Кеонджян В.П., профессор,
доктор физ.-мат. наук;
Кудин А.М., доктор физ.-мат. наук;
Борисов А.С., кандидат физ.-мат. наук.
Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И.Вернадского Российской АН*

Показаны возможности использования достижений современных фундаментальных морских наук в природоохранной деятельности человека. Изложены концептуальные основы проблемы и рассмотрены практические результаты экспресс-диагностики и краткосрочного прогнозирования экологической ситуации на примерах ряда прибрежных районов Черного и Азовского моря. Рассмотрена специфика проведения комплексного мониторинга экологического состояния применительно для прибрежных морских регионов. Обсуждаются достоинства разработанной автоматизированной системы, включающей обработку экспериментальных данных и пакет моделирующих программ.

ВВЕДЕНИЕ

Экология Мирового океана включает в себя комплекс фундаментальных дисциплин: гидробиологии, биохимии, гидрохимии, гидродинамики, геофизики, гидрометеорологии, токсикологии, генетики и многих других. Несмотря на то, что во многих из этих направлений достигнуты впечатляющие успехи, создание адекватной модели экосистемы отдельно взятого региона – все еще вопрос будущего. В то же время угнетенное состояние морской среды, и в первую очередь прибрежных зон морей, вызывает необходимость безотлагательной разработки научно обоснованных рекомендаций и принятия практических мер для оздоровления экологической обстановки.

Сложившееся положение требует, не дожидаясь разработки основ фундаментальной морской экологии, создания новой научной дисциплины – практической экологии морских регионов, использующей, с одной стороны, достижения в фундаментальных

MONITORING
OF ECOLOGICAL STATE
OF COASTAL SEA REGIONS – EXPERIENCE
OF PRACTICAL ELABORATION

*Keondjian V.P., Prof.,
Dr. Kudin A.M.,
Dr. Borisov A.S., Dr.
Vernadsky Institute,
Academy of Science,
Moscow, Russia*

Possibilities of using achievements scored by modern fundamental marine sciences in man's activities aimed at environment control are shown. Conceptual foundations of the problem have been described and practical results of express-diagnosing and short-term prognostication have been analyzed on the example of some coastal regions of the Black and Azov Seas.

INTRODUCTION

Marine ecology today includes a set of fundamental disciplines: hydro-biology, bio-chemistry, hydrochemistry, hydrodynamics, geophysics, hydrometeorology, toxicology, genetics and many others. Despite the fact that in many of these fields impressive successes have been achieved creation of an adequate model of ecological system of an individual region is still a matter of the future. At the same time the degradation of the marine environment especially in the coastal regions of seas causes the necessity of urgent working out scientifically substantiated recommendations and taking practical measures to improve ecological situation.

The present situation requires that without waiting for elaboration of fundamentals of the marine ecology, a new scientific discipline be set up – practical ecology of sea regions, which would, on the one hand, make use of achievements in fundamental spheres of ocea-

разделах океанологии, а с другой, — методы и технологии, позволяющие хотя бы в первом приближении оценивать экологические ситуации и принимать оптимальные природоохранные решения. Необходимыми компонентами этого нового направления должны стать методы контактного и дистанционного мониторинга региона, средства современной информатики (банки исторических и оперативных данных о морской среде, имитационные модели для оценки последствий, вызванных различными уровнями антропогенных нагрузок), передовые достижения безотходных и малоотходных технологий и методов очистки сточных вод, а также комплекс правовых, экономических, социальных и политических знаний применительно к морской природоохранной деятельности.

Большой опыт работы в области практической экологии морских регионов накоплен в фирме «ЭКОСИ», основанной в 1989 г. Аббревиатура названия фирмы помимо очевидного «морского» прочтения, имеет расширенное толкование — экологические системные исследования. Основные результаты проведенных исследований опубликованы в (1,2), где показаны возможности использования достижений современной экологии и фундаментальных морских наук в природоохранной деятельности человека. Особое внимание уделено концептуальным основам проблем и путей практической реализации программы экспресс-диагностики и краткосрочного прогнозирования экологической ситуации морских регионов.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ

Для выявления антропогенных изменений в структуре и функционировании морских экосистем, принятия мер по нормированию антропогенного воздействия необходимо организовать и осуществить комплексный мониторинг моря. В общем случае понятие мониторинга какого-либо природного объекта включает в себя три основных компонента. Первый — развитая наблюдательная сеть, позволяющая фиксировать состояние объекта по необходимому набору параметров с достаточным временным и пространственным разрешением; элементами этой

nology and, on the other, of methods and technologies making it possible, at least roughly, to assess ecological situations and take optimal environment control decisions. Necessary components of this new direction must include methods of contact or remote monitoring of the region, means of modern informatics (banks of historical and current data bases on marine environment, imitation models to evaluate consequences caused by various levels of anthropogenic loads), the last achievements of wasteless and small-waste technologies and methods of purifying waste waters as well as a set of legal, economic, social and political knowledge applicable to marine environment control activities.

The firm ECOSEA, founded in 1989, has significant experience of elaborations in the field of practical ecology of sea regions. Abbreviation ECOSEA, aside from its explicit «marine» meaning, has a deeper connotation — ecological system environment analysis.

The basic results of the investigations were published in (1,2), where possibilities are shown of using achievements of modern ecology and fundamental marine science in man's environment control activities. Special attention was paid to conceptual foundations of the problems and ways of practical implementation of express-diagnosing and short-term prognostication of ecological situation of a sea region on the example of Burgas Bay.

THE MAIN SCIENTIFIC CONCEPTIONS OF PRACTICAL ECOLOGY

In order to reveal anthropogenic changes in the structure and functioning of marine ecological systems and taking measures for normalizing anthropogenic impact it is necessary that a comprehensive monitoring of the sea should be organized and carried out. In this case the notion of monitoring of any natural object includes three basic components. The first is a developed observation network which makes it possible to register the state of the object according to the necessary set of parameters with sufficient temporal and spatial resolution. Elements of

сети могут быть контактные и дистанционные измерительные средства водного, наземного, судового, воздушного и космического базирования. Второй – система коммуникаций, осуществляющая сбор и передачу регистрируемых параметров и включающая в себя различные каналы связи и средства управления последними. И, наконец, третий – Центр сбора, обработки и анализа данных, оснащенный мощными вычислительными средствами. Основная задача Центра – выработка рекомендаций для принятия управленческих решений на основе результатов обработки и анализа полученных данных.

Мониторинг открытых частей морей и океанов представляет собой сложную задачу, требующую привлечения огромных материальных и человеческих ресурсов. Однако, как правило, наибольший практический интерес представляет экологическое состояние прибрежных регионов, в частности, мелководных заливов. Эта проблема привлекает пристальное внимание как властей приморских городов, так и всего населения.

Диагностика и прогнозирование экологического состояния мелководных заливов являются важной самостоятельной ветвью экологии моря. Быстрая смена характера циркуляционных течений, связанная с изменением направления и скорости ветра, малое время установления квазистационарных течений, влияние рельефа берега на динамические процессы (например, перемешивание) в заливе, конкретное расположение мест сброса сточных вод, объем сбросов и их состав – далеко не полный перечень факторов, требующих конкретизации общих и выработки новых концептуальных основ экологической диагностики таких акваторий. Остановимся на основных положениях этой проблемы.

Первое из них заключается в установлении степени близости нынешнего состояния загрязнения залива к состоянию, характеризующемуся пороговыми значениями концентрации основных загрязнителей, превышение которых приводит к необратимым экологическим изменениям. Иными словами, требуется определить, достигнут или нет пороговый потенциал самоочищения залива, определяемый совокупностью гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических условий.

this network can be contact and remote measuring instruments which can be water, dry land, ship, air and space based. The second – a system of communications implementing collection and transmitting registered parameters and including various communication channels means of control of the latter. And, lastly, the third – the Centre of collecting, processing and analyzing the data, equipped with powerful computers. The main task of the Centre is to work out recommendations for taking managerial decisions on the basis of processing and analyzing the data obtained.

Monitoring open parts of seas and oceans is a complex task which involves immense material and human resources. However, of the greatest practical interest is, as a rule, ecological state of coastal regions, in particular, shallow bays. This problem draws close attention of both authorities of maritime cities and of the whole population.

Diagnosing and prognostication of ecological state of shallow bays are an important independent branch of sea ecology. Fast change of circular currents connected with the change in direction and velocity of wind, short period of quasistationary currents establishment, impact of coast's relief upon the dynamic processes (for instance mixing) in the bay, concrete position of waste waters outlets, volume and composition of wastes – this is a not complete list of factors requiring concretization of old and elaboration of new conceptual foundations of ecological diagnostics of such aquatoria. Let us dwell on the main provisions of this problem.

The first provision consists of establishing the degree of closeness of present state of bay's pollution to the state characterized by critical concentration of main pollutants exceeding which leads to irreversible ecological transformations. In other words it is necessary to define whether the critical potential has been reached of the bay's self-purification which is determined by the aggregation of hydrophysical, hydrochemmical and hydrobiological conditions.

Второе положение требует определения основных источников поступления загрязнителей и их относительный вклад в поток загрязнений, поступающих в изучаемый район из других частей моря.

Третье положение сводится к необходимости разработки и реализации регулярного комплексного гидролого-гидрохимического и биологического мониторинга состояния акватории и береговой зоны, включающего в себя дистанционные и контактные средства, развитую диалоговую (человек – ЭВМ) или экспертную систему анализа обстановки и принятия альтернативных оптимальных решений по управлению сбросами загрязняющих веществ в морскую среду.

Четвертое положение, имеющее долговременный стратегический характер – это разработка на основе всех средств анализа различных вариантов развития производительных сил региона, рекомендаций по оптимальному природосберегающему планированию их динамики на дальнюю перспективу.

Фирма «ЭКОСИ», опираясь на собственный опыт и сумму знаний, накопленных в области прикладных экологических исследований, разработала и предлагает к использованию программу реализации диагностики экологического состояния мелководных бассейнов. Программа включает в себя следующие основные компоненты:

- диагностические и прогностические математические модели, позволяющие оптимизировать объем инструментальных измерений;
- современное специализированное судно с прецизионными измерительными системами, обеспечивающими возможность проведения комплексных экологических исследований;
- программно-алгоритмическое обеспечение, позволяющее обрабатывать поступающую информацию в реальном времени;
- человеко-машинную систему управления накопленной информацией.

Продуктом основной научной деятельности фирмы является диагноз-прогноз состояния морского региона с рекомендациями по управлению экологической ситуацией. Ниже подробно рассмотрены некоторые работы, выполненные фирмой.

The second provision requires definition of the main sources of pollution and their relative contribution to the flow of pollutants coming to this region from other parts of the sea.

The third provision is reduced to the necessity of working out and implementing a regular comprehensive hydrological, hydrochemical and biological monitoring of the state of the aquatorium and coastal zone, which includes remote and contact means, a well developed dialogue (man – computer) or expert system of analysis of the situation and taking optimal decisions on controlling pollutant discharges to marine environment.

The fourth provision, which is of a long-term strategic nature, is elaboration on the basis of all analytical means, of various versions of development of the region's productive forces and recommendations on optimal planning of their dynamics for the future with a view of maximal environment control.

Considering the tense ecological situation in the Burgas Bay an additional provision was advanced on the necessity of working out recommendations on priority measures of environment control.

The firm «ECOSEA» basing on its own experience and the sum of knowledge accumulated in the field of applied ecological research, has worked out and offers for application a program of diagnosing ecological state of shallow basins. The program includes the following basic components:

- diagnostic and prognostic mathematical models which make it possible to optimize the instrumental measurements;
- a modern specialized ship equipped with precision measuring systems to provide complex ecological research;
- programs-algorithm supply which makes it possible to process incoming information in real time and a man-machine system of control of accumulated information.

The produce of the main scientific activities of the firm is a diagnosis-prognosis of the state of sea region with recommendations on controlling ecological situation. Below some research performed by the firm are analyzed.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Математическое моделирование экологических процессов занимает особое место в программе комплексного мониторинга окружающей среды. Можно численно реализовать только отдельные варианты антропогенной нагрузки на природные комплексы.

Математические модели, описывающие эволюцию экологического состояния в течение длительного времени, должны учитывать особое значение Мирового океана. Во-первых, для некоторых загрязнителей он является последней стадией различных превращений. Во-вторых, из-за своей большой емкости он обладает большой инерционностью. Наконец, в-третьих, океан является самоочищающейся системой. Эти особенности дают возможность введения интегральных характеристик состояния морской среды, что существенно упрощает методику математического моделирования. Система уравнений, лежащая в основе используемой модели, и включающая расчет такой интегральной характеристики, как ассимиляционная емкость, подробно обсуждается в (2).

Отдельный и весьма специфический класс в системах непрерывного экологического мониторинга образуют модели, ориентированные на использование в аварийных ситуациях, сопровождающихся сбросом загрязнителей в море. Основная цель подобных моделей – дать прогноз поведения загрязнения, как правило, на срок до нескольких суток. При этом тип, место и «сценарий» возможной аварии заранее неизвестны. Расчеты вариантов развития событий должны быть выполнены в течение нескольких (обычно одного-двух) часов и представлены в форме, допускающей их использование при принятии решений. В подобных условиях равно существенными становятся качества используемой для расчетов модели, ее информационное обеспечение и стратегия применения в условиях неизбежной в аварийной ситуации информационной неопределенности. В силу этого практически все современные модели данного класса реализуются в виде компьютерных систем прогнозирования в аварийных ситуациях, создание которых представляет собой сложную

MATHEMATICAL MODELLING OF ECOLOGICAL STATE OF MARINE ENVIRONMENT AND INFORMATION SUPPLY OF RESEARCH

Mathematical modelling of ecological processes occupies a special place in the program of complex monitoring of environment. It is possible to calculate numerically only individual versions of anthropogenic influence upon environment.

Mathematical models describing the ecological state through a prolonged period have to take account the following features of the World Ocean. First, for some pollutants it is the last stage of various transformations. Second, due to its great capacity it has big power of inertia. And, lastly, third, Ocean is a self-purification system. These features make it possible to introduce integral characteristics of the state of sea water, which considerably simplifies methods of mathematical modelling. The equation system on which used model based, including the assimilation capacity as an integral characteristic, is observed in (2).

A separate and very specific class in the systems of continuous ecological monitoring is formed by models oriented towards use in extreme situations accompanied by discharge of pollutants into the sea. The main purpose of such models is to prognosticate behavior of pollutions as a rule, for a period of up to several days. And the type, place and «scenario» of a possible accident are not known beforehand. Calculations of the event variants have to be done within several (usually one or two) hours and presented in a form permitting their use in taking decisions. In such conditions of equal importance become qualities of the model used for calculations, its information support and strategy of application in the conditions of informational uncertainty which is inevitable in emergency situations. Because of that practically all current models of this class are implemented in the form of computer systems of prognostication in emergency situations, creation of which represents a complicated and labour-intensive task. World practice shows, however, their expediency and sufficiently high efficiency.

Complex monitoring must include, beside the system of mathematical models, system of observations of ecological parameters, their archivization, banking and issue to clients in a required form. Specifics of ecological re-

и трудоемкую задачу. Мирская практика показывает, однако, их целесообразность и достаточно высокую эффективность.

Комплексный мониторинг должен включать в себя, кроме системы математических моделей, и системы наблюдений экологических параметров, их архивацию, банкирование и выдачу потребителям в требуемой форме. Специфика экологических исследований морской среды при этом предъявляет особые требования к системам автоматизации и информационного обеспечения научных экспедиционных работ экологической направленности. В Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН совместно с фирмой «ЭКОСИ» была разработана специализированная система сбора, обработки и анализа экспериментальных данных, ориентированная на экологические исследования. В ее основу положена ранее разработанная оригинальная автоматизированная реляционная гидрофизическая оперативная система (АРГОС).

Главными достоинствами системы являются:

- неограниченное число обрабатываемых параметров (количество суббаз данных ограничивается лишь объемом внешней памяти);
- использование минимально возможных объемов внешней памяти (информация упакована в двоичном коде);
- система формирования логических критериев поиска данных (до ста одновременно действующих критериев);
- оперативный доступ к данным (поиск по любому сколь угодно сложному критерию не превышает нескольких минут на ПЭВМ IBM PC/AT для баз данных, содержащих порядка сотен тысяч стандартных гидрологических станций);
- интерактивный режим работы системы, общение пользователя с системой происходит в форме диалога на естественном языке;
- широкие возможности визуализации данных;
- модульная структура моделирующей сети (подключение новой модели не требует перестройки общей структуры системы).

Основные компоненты системы:

- набор проблемно-, дисциплинарно-, регионально- или еще каким-либо образом ориентированных суббаз данных;
- система управления суббазами данных;

search of marine environment presents special requirements to automation systems and information support of scientific expedition works of ecological orientation. In the Vernadsky Institute of geochemistry and analytical chemistry, Academy of Science, Moscow, together with ECOSEA firm a specialized system was worked out of collection, procession and analysis of experimental data oriented towards ecological research. It is based on the previously elaborated original automated relay hydrophysical operative system (ARHOS).

The main advantages of this system are as follows:

- unlimited number of processed parameters (the number of data subbases is limited only by the capacity of external memory);
- use of minimal possible volumes of external memory (information is packed in the binary code);
- the system of logical criteria formation of the search of data (up to one hundred of simultaneously functioning criteria);
- easy access to the data (search according to any criterion, no matter how complex, does not exceed several minutes on PC IBM PC/AT for data bases containing hundreds thousands standard hydrological stations);
- interactive regime of system's work, intercourse of the user with the system takes place in a form of a dialogue in natural language;
- wide opportunities of the data visualization;
- modular structure of modelling network (hooking up a new model does not require readjustment of the whole structure of the system).

The main components of the system:

- a set of problem, disciplinary, regionally some other way oriented data sub-bases;
- control system of data sub-bases;
- a packet of applied programs (modelling network) implementing visualization of initial data, solution of various tasks including

- пакет прикладных программ (моделирующая сеть), осуществляющих визуализацию исходных данных, решение различных содержательных задач, в том числе и моделирование динамики распространения различных примесей.

Более содержательные блоки моделирующей сети - это набор различных программно-реализованных математических моделей.

Созданная система была введена в эксплуатацию на НИС «Академик Борис Петров» и показала высокую эффективность. Система обеспечивает работу с экспериментальными данными в диалоговом режиме и, при наличии прямого ввода в ЭВМ, в близком к реальному масштабе времени. Широкий набор функциональных меню позволяет выдавать на экран в различных формах как справочную и вспомогательную информацию, так и результаты обработки и анализа данных, в том числе: информационный фонд системы; паспорт океанологической станции; ряд значений измеренного параметра; расположение станций в координатной сетке; вертикальный профиль отдельной станции; вертикальные и горизонтальные распределения в изолиниях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МОРСКИХ РЕГИОНОВ

К настоящему времени фирма «ЭКОСИ» выполнила работы по диагнозу-прогнозу экологического состояния целого ряда регионов Черного и Азовского морей.

1. Бургасский залив

Процессы распространения загрязнителей тесно связаны с гидрометеорологическими условиями изучаемой акватории. Основными факторами, определяющими гидрологический режим Бургасского залива, являются конфигурация берегов и рельеф дна, региональные метеоусловия, водообмен с западной частью Черного моря и сток рек.

Поле течений в заливе было подробно изучено различными инструментальными и вычислительными методами.

modelling of dynamics of various pollutant propagation. Other blocks of the modelling network are a set of various programs-realized mathematical models.

The created system was introduced on the scientific-research ship «Academician Boris Petrov» and showed good performance. The system ensures work with experimental data in dialogue regime and, in case of direct data input, in a period close to real time. A wide set of functional menus makes it possible to show on the monitor in various forms of reference and auxiliary information as well as the results of processing and analyzing the data including: information fund of the system; passport of the oceanology station; a number of meanings of a measured parameter; stations disposition in the coordinate net; vertical profile of an individual station and vertical and horizontal distributions in isolines.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF VARIOUS SEA REGIONS

By this time firm «ECOSEA» has completed work on diagnosis-prog-nosis of ecological state of the Black and Azov Seas. Special attention was paid to the Burgas Bay in the Black Sea and Taganrog Bay in the Azov Sea. We shall dwell only on the main results of these works and practical recommendations stemming from them, for the Black Sea, are described in detail in a monograph (1).

1. Burgas Bay

Processes of the spread of pollutants are closely connected with hydro-meteorological conditions of the aquatorium under study. The main factors determining hydrological regime of Burgas Bay are configuration of the coasts and relief of the bottom, regional meteorological conditions, water exchange with western part of the Black Sea and outlet of rivers.

Экспериментальные исследования в Бургасском заливе объединяли в один комплекс измерения гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических характеристик морской воды, всего около 100 различных показателей на различных горизонтах и в донных осадках. В анализ гидрохимического режима акватории были включены, наряду со стандартными показателями, измерения содержания фенола и его производных, а также исследования качества воды по токсикологическим показателям и уровням радиоактивности.

Результаты проведенных исследований подробно обсуждаются в (1). По вопросу, наиболее интересовавшему местные власти, по всему комплексу исследований был сделан вывод, что сложившаяся неблагоприятная экологическая обстановка в Бургасском заливе является результатом систематического загрязнения местными источниками. Влияние открытой части Черного моря на состояние залива представляется незначительным.

В число первоочередных научных задач для предотвращения экологического срыва в заливе входят: составление водного и солевого балансов Бургасского залива; определение скорости вентиляции вод в соответствии с водным балансом; составление масс-балансов загрязняющих веществ и уточнение потенциалов самоочищения; изучение аккумулярующей роли дна в отношении загрязняющих веществ и роли донных отложений в повторном загрязнении вод залива. Особую важность приобретают эти исследования в экстремальных гидрометеорологических условиях.

На основании сделанных научных выводов были сформулированы следующие практические рекомендации морепользователям Бургасского залива:

- в выделенных конкретных пунктах необходимо срочно уменьшить сбросы (сбросы с животноводческого комплекса Бургаса и др.);
- необходимо выявить возможности регулирования и приостановки сбросов из озер, рек и очистных сооружений во избежание «цветения» и заморных явлений на весь летний период;
- необходимо организовать оперативный мониторинг по ряду параметров (редокс-состояние воды, нефтепродукты, полиароматические углеводороды и т.д.).

The field of currents was studied in detail using various measuring and computing methods.

Experimental research in Burgas Bay united into a single complex measurements of hydrographic, hydrochemical and hydrobiological characteristics of sea water, in all about one hundred various indices at various horizons and in bottom sediments. Analysis of hydrochemical regime included, along with standard characteristics, measurements of the phenol content and its derivatives as well as research into quality of water according to toxicologic characteristics and radioactivity levels.

The results of the investigations are discussed in detail in (1). On the problem of the greatest interest for the local authorities it was established that bad ecological situation that formed in Burgas Bay is a result of systematic pollution by local sources. Impact rendered by the open part of the Black Sea on the state of the bay seems insignificant.

Priority scientific tasks aimed at preventing ecological disaster in the bay include: compiling water and salt balance of Burgas Bay; defining water ventilation velocity in accordance with water balance; compiling mass-balances and exact defining potentials of self-purification; study of accumulating role of the bottom with respect of pollutants and the role of bottom sediments in repeated pollution of bay's waters. These research in extreme hydrometeorological conditions acquire special importance.

On the basis of scientific conclusions drawn the following practical recommendations were formulated for the users of Burgas Bay:

- in concrete singled out localities discharges (from Burgas animal husbandry centre, etc.) must be urgently reduced;
- it is necessary to reveal possibilities of regulating and stopping discharges from lakes, rivers and purifying installations to avoid «blossoming» and asphyxiation phenomena for the whole summer period;
- it is necessary that operational monitoring should be organized of a number of parameters (redox-state of water, petroleum products, polyaromatic hydrocarbons, etc.).

Реализация предложенных рекомендаций может лишь частично и на короткий срок стабилизировать обстановку в Бургасском заливе. В этой связи представляется целесообразным, наряду с уточнением диагноза состояния залива, разработать долгосрочную программу предотвращения ухудшения экологических условий, предусмотрев в ней решение комплекса научных, технологических, социально-экономических и управленческих задач.

2. Другие районы Черного моря

Кроме Бургасского залива, было исследовано экологическое состояние ряда других прибрежных районов Черного моря. В частности, были проанализированы данные по экологическому состоянию прибрежной зоны у Болгарского побережья на участке от м.Емине до м.Калиакра. Особое внимание было уделено состоянию рыбных ресурсов в регионе. Был сделан вывод, что болгарский черноморский промысел должен быть экологически обоснованным. Для этого необходимо предпринять следующие практические шаги:

- запретить лов донными травами для предохранения донных субстратов от механического воздействия;
- организовать промысел, соответствующий перерабатываемым мощностям.

Другим объектом для внимательного изучения послужила северо-западная часть Черного моря (район г.Одессы). Было отмечено, что хроническое загрязнение шельфовой зоны промышленными и бытовыми водами, ядохимикатами, нефтью и нефтепродуктами, а также повышенное содержание легкорасщепляемой органики и биогенных веществ, поступающих со стоком рек, вызвали значительные изменения в биологических и экологических процессах. Это проявилось, в частности, в большом сокращении числа биологических видов, обитающих в водах залива. Отдельно было рассмотрено влияние свалок грунта на состояние экосистемы и обнаружено, что оно весьма значительно, так как вызывает сбой в последовательности развития качественного состава фитопланктона, что влечет за собой нестабильность всей системы.

Исследование восточного побережья Черного моря (район г.Геленджика) в основном было посвящено проблемам размыва бере-

Implementation of above mentioned measures can stabilize situation in Burgas Bay only partially and for a short time. In this connection it seems expedient, that along with detailization of bay state diagnosis a long-term program be worked out of preventing deterioration of ecological conditions foreseeing there solution of a set of scientific, technological, socio-economic and management problems.

2. Other regions of the Black Sea

Besides Burgas Bay ecological state of a number of other coastal regions of the Black Sea were studied. In particular data were analyzed on ecological state of the coastal zone from cape Emine to cape Kaliakra (1). Special attention was paid to the state of fish resources in that region. A conclusion was drawn that Bulgarian fishing industry must be ecologically substantiated. For this purpose the following practical steps must be taken:

- to prohibit fishing with bottom trawl nets to protect bottom substratum against mechanical impact;
- to organize fishing corresponding to fish processing capacities.

Another object of close study was northwestern part of the Black Sea (region of Odessa). It was noted that chronic pollution of the shelf zone by industrial and domestic wastes, toxic chemicals, oil and petroleum products as well as increased content of easily soluble organic and biogenic substances coming with the rivers inflow have caused considerable changes in biological and ecological processes. This is expressed, in particular, in great reduction of the number of biological species in the bay waters. The impact of dumping of earth was analyzed separately and it was discovered that the impact was rather significant since it causes changes in the sequence of development of qualitative content of phitoplankton which in turn causes instability of the whole system.

Study of eastern part of the Black Sea (region of Gelendjik) was mainly due to the problems of washout of coasts and designing outlet of waste waters with consideration taken of local hydrological conditions. A conclusion was

гов и проектирования положения выпуска сточных вод с учетом местных гидрологических условий. Был сделан вывод, что оптимальным для района Геленджика является заглубление выпуска на 90–100 м, а удаление его от берега – на 7–7.5 км. Минимально допустимым заглублением следует считать 75–80 м. Такие глубины в данном районе находятся в 5.5–7.5 км от берега. При этом выпуск сточных вод после их предварительной очистки гарантирует прибрежную зону курорта от загрязнения сточными водами и обеспечит качество воды в зоне водопользования на уровне существующих требований.

3. Азовское море

Работы в Азовском море проводились летом и осенью 1991 г. Как и в Бургасском заливе, важным вопросом являлась оценка соотношения вклада собственных загрязняющих источников в Таганрогском заливе и потоков загрязнения, поступающих из других акваторий и из стоков рек (Дон, Миусс), а также установление степени близости уровня загрязнения залива к пороговым значениям концентрации основных загрязнителей.

Для анализа условий распространения загрязнителей было внимательно рассмотрено поле течений в Таганрогском заливе. Циркуляция вод была рассчитана с помощью баротропной гидродинамической модели при задании однородного восточного ветра со скоростью 10 м/с, что соответствует преобладающим осенним ветрам. Использовались реальные рельеф дна и очертания берегов. На рис.1 приведена полученная картина течений в Таганрогском заливе. Видно, что, несмотря на восточный ветер, вдоль северного берега залива имеется восточное вдольбереговое течение, которое может оказаться переносчиком загрязнителей к Таганрогу от другого источника примесей, г. Мариуполя. В то же время вблизи Таганрога возможно образование малых циркуляций, сохраняющих внутри себя загрязнители из городских сбросов. Данная картина течений была подтверждена натурными наблюдениями с помощью поплавков нейтральной плавучести.

Измеренные гидрохимические и гидробиологические показатели состояния морской воды насчитывали более 60 наименований и включали как стандартные параметры

drawn that for Gelendjik locality optimal version would be deepening the outlet by 90–100 m and its distance from the coast – 7 –7.5 km. A minimal deepening must be 75–80 m. In this locality such depths are found at the 5.5 – 7.5 km distance from the coast. In this case discharge of waste waters after their purification guarantees the coastal zone of the spa against pollution with waste waters and ensures quality of water in the water-use zone at the level of existing requirements.

3. The Azov Sea

Work in the Azov Sea was carried out in summer and autumn 1991. Like in Burgas Bay, the important problem was to consider the correlation of pollution sources contribution in Taganrog Bay and pollution flows coming from other aquatoria and from discharges of rivers (the Don and Miuss) and finding out closeness of the pollution level of the bay to threshold values of concentration of basic pollutants.

In order to analyze conditions of the of pollutants spread the field of currents in Taganrog Bay was closely studied. Circulation of waters was calculated with the help of barotropic hydrodynamic model with the given uniform eastern wind with velocity of 10 meters per second, which corresponds to dominating autumn winds. The real relief of the bottom and outlines of the coasts were used. On fig.1 the picture of currents in Taganrog bay is shown. It can be seen that despite eastern wind, there is eastern current along the coast along northern coast, which can be a vehicle of pollutants from another source of additions to Taganrog – the city of Mariupol. At the same time formation of small circulations is possible near Taganrog which contain pollutants from city discharges. This picture was confirmed by field observations with the help of buoys of neutral floatability.

The measured hydrochemical and hydrobiological characteristics of the sea water state registered more than 60 names and included both standard parameters (pH of the medium, oxygen content, etc.) as well as expanded list (content of phenols, pesticides, toxicological tests, etc.).

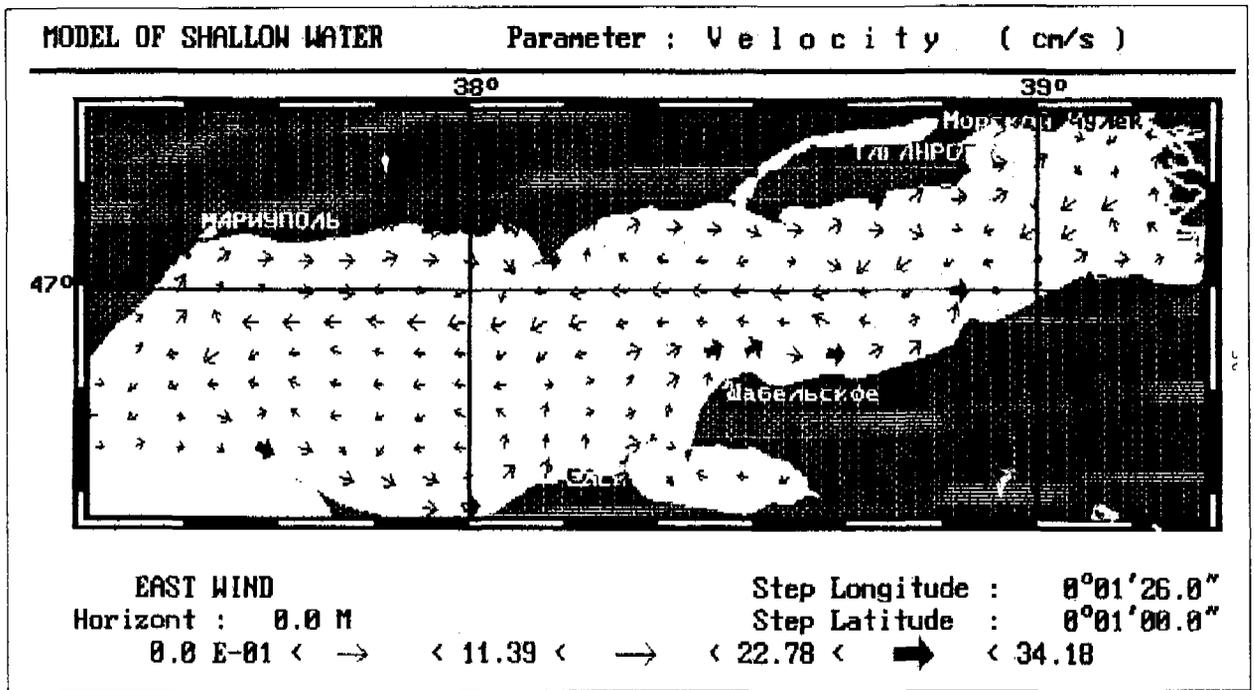


РИС.1. Схема циркуляции вод Таганрогского залива при восточном ветре (система «АРГОС»).

FIG.1. Diagram of circulation of Taganrog Bay in case of eastern wind (system «ARHOS»).

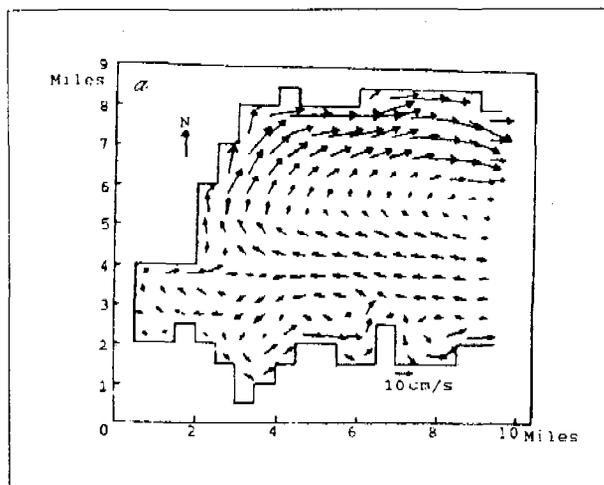


РИС.2. Распределение меди в Таганрогском заливе (система «АРГОС»).

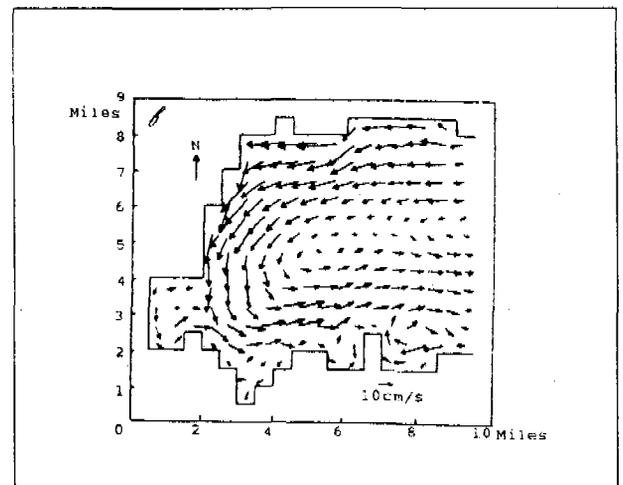


FIG.2. Distribution of copper in Taganrog Bay (system «ARHOS»).

(рН среды, содержание кислорода и т.д.), так и расширенный перечень (содержание фенолов, пестицидов, токсикологические тесты и т.д.). Особое внимание было уделено химическому составу стоков промышленных предприятий г.Таганрога и городских очистных сооружений. По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы.

The measured hydrochemical and hydrobiological characteristics of the sea water state registered more than 60 names and included both standard parameters (pH of the medium, oxygen content, etc.) as well as expanded list (content of phenols, pesticides, toxicological tests, etc.). Special attention was paid to chemical composition of wastes coming from Taganrog's industrial enterprises and city

1. Содержание тяжелых металлов, в частности, меди, в донных осадках залива на 3 порядка выше, чем в водной толще. Это, по-видимому, обусловлено образованием поверхностно-связанных комплексов. Донные отложения при этом могут служить источниками вторичного загрязнения водной среды при взмучивании мелководных участков залива.

2. В зоне сброса сточных вод промышленных предприятий содержание тяжелых металлов в десятки раз превышает ПДК. На рис. 2 приведено горизонтальное распределение концентрации меди, из которого видно, что загрязнение акватории залива вблизи г. Таганрога обусловлено не внешними источниками, а сбросами промышленности самого города. Аналогичные карты получены для ртути, свинца, цинка, хрома и никеля.

3. Результаты измерений фенола и его производных показали, что по ним имеется значительное превышение над ПДК, достигающее 1000-кратного в зоне сброса сточных вод г. Таганрога. Высоко содержание в воде полиароматических углеводородов, в том числе – наиболее опасного бенз(а)-пирена.

4. Результаты исследования содержания нефтепродуктов во всех водах залива газохроматографическим методом показали, что загрязнения связаны с разливами нефтяных топлив и масел. Выявленное содержание нефтепродуктов составляло не менее 2 мг/л, что примерно на порядок превышает ПДК.

5. Данные по биотестированию проб воды обнаружили острую токсичность как в зонах выброса сточных вод, так и в открытых участках залива. Сложная картина пространственного распределения свидетельствует о наличии пятен токсичности в акватории залива. Высокий уровень токсичности был обнаружен также в устье реки Дон.

Самоочищающей способности природной водной среды не хватает, чтобы справиться с потоком загрязнителей. В этой связи необходимыми представляются меры по ужесточению требований к очистным сооружениям, контролю за сбросом нефтепродуктов, а также по организации оперативного мониторинга по ряду гидрохимических параметров.

purifying installations. On the basis of the results of the studies the following conclusions were drawn:

1. Content of heavy metals, in particular, copper in the bottom sediments is three orders higher than in water. This is evidently determined by formation of surface-bound complexes. In this situation bottom sediments can serve as a source of secondary pollution of aquatic medium in rolling shallow parts of the bay.

2. In the zone of discharge of waste waters by industrial enterprises content of heavy metals exceeds maximal permissible concentration tens times. On fig. 2 horizontal distribution of copper concentration is shown, from which it can be seen that pollution of aquatorium near the city of Taganrog is determined not by outside sources but by discharges of industry of the city itself. Similar maps have been drawn for mercury, lead, zinc, chromium and nickel.

3. The results of measuring phenol and its derivatives have shown that their concentration considerably exceed maximal permissible concentration reaching 1000 times in the zone of discharge of waste waters of Taganrog. Content of polyaromatic hydrocarbons in water including the most dangerous – benz(a)pyren – is high.

4. The results of the petroleum products content study in all bay waters by gaschromatographic method have shown that pollution is connected with spillage of petroleum fuels and lubricants. Revealed content of petroleum products was not less than 2 milligrams per one liter, which is approximately one order higher than maximal permissible concentration. The map of horizontal distribution of petroleum products content is shown on fig.

5. Data on bio tests of water have revealed acute toxicity both in the zones of waste waters discharge and in the open parts of the bay. The complicated picture of spatial distribution shows presence of toxicity spots in the aquatorium of the bay. High level of toxicity was also discovered in the mouth of the Don river.

Self-purification capacity of natural aquatic medium is not sufficient to withstand the flow of pollutants. In this connection it seems that measures must be taken to enhance demands to purifying installations and control should

4. Керченский пролив

Работы по исследованию экологического состояния Керченского пролива проводились в октябре 1992 г. и предусматривали:

- проведение модельных исследований циркуляции течений акватории г. Керчи в различных гидрометеорологических ситуациях, характерных для акватории;
- построение банков данных с использованием современных методик компьютерного моделирования;
- модельное прогнозирование аварийных ситуаций в акватории г. Керчи.

Кроме того, фирма «ЭКОСИ» в инициативном порядке в рамках данного договора провела рекогносцировочные экспериментальные исследования в Керченском проливе с целью предварительной оценки экологической ситуации по ряду гидрохимических и гидробиологических показателей. Качество воды в целом было хорошим, однако содержание нефтепродуктов превышало уровень ПДК.

Была создана система управления базами данных и комплекс программ со средствами графического отображения информации для различных загрязнителей и гидрохимических параметров в акватории г. Керчи. Проведено модельное прогнозирование аварийных ситуаций в результате сброса антропогенных загрязнителей в очистных сооружениях в акватории г. Керчи, для чего разработан специальный комплекс программ с графическим отображением результатов на дисплее ЭВМ типа IBM PC и возможностью получения твердой копии. Рассмотрены различные гидрометеорологические ситуации. Показано, в частности, что при северо-восточном ветре пятно, образовавшееся в результате сброса из очистных сооружений Сипягино, будет смещаться в Керченскую бухту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема защиты водной среды мелководных регионов от неблагоприятных антропогенных воздействий носит комплексный характер. Здесь тесно переплетаются вопросы отклика экосистемы на различные виды антропогенных воздействий, выбора параметров, адекватно отражающих состояния водной среды, нормирования наибо-

be tightened over petroleum products discharge and operative monitoring must be organized of a number of hydrochemical parameters.

4. Kerch strait

Work on the investigation of the ecological state of the Kerch strait was carried out in October 1992 and included:

- the model investigations of the currents in the Kerch aquatorium under different hydrometeorological conditions, which are typical for the aquatorium;
- the creation of data banks using the modern methods of computer modelling;
- the modelling prognostication of extreme situation in the aquatorium.

Besides that, the ECOSEA firm carried out experimental investigations in the Kerch strait for preliminary estimating the ecological situation in the set of hydrochemical and hydrobiological parameters. The quality was seemed to be quite well, but the oil pollutants were above the maximum permissible concentration.

The govern system for data bases and program complex with graphic software for different pollutants and hydrochemical parameters in the Kerch strait was designed. The model prognosis of extreme situations as a result of anthropogenic pollutants output from the Kerch purify constructions was made. For this purpose the special program packet with the graphic software for IBM PC and a possibility to get a hard copy was designed. The different hydrometeorological situations were examined. It was founded, for instance, that the patch created by the output from Sipyagino purify construction could move to the Kerch bay under the north-east wind.

CONCLUSION

The problem of protecting aquatic medium of shallow regions against averse anthropogenic impacts is of comprehensive nature. Problems of ecological system's response to various types of anthropogenic impacts, selection of parameters reflecting adequately the state of aquatic medium, rating of the most dangerous for ecological system impacts and

лее опасных для экосистемы воздействий, инженерных методов регулирования антропогенной нагрузки на морские экосистемы. Узловыми моментами комплексного мониторинга, как показано выше, являются следующие.

1. Определение объемов и химического состава стационарных стоков с побережья.
2. Анализ информации о содержании различных веществ в исследуемой акватории. Выделение загрязнителей, приоритетных для данной акватории. Анализ гидробиологической ситуации.
3. Разработка математических моделей процессов массопереноса с учетом конкретной береговой черты и морфологии дна.
4. Анализ исторических данных о накоплении загрязняющих веществ в толще воды и в донных осадках.

На основании проделанной таким образом работы возможно создание диагноза и прогноза экологического состояния региона, а также выдача практических рекомендаций. Особые случаи представляют краткосрочный прогноз состояния залива на курортный сезон, а также прогноз возможных аварийных состояний. Наряду с рассмотренными положениями пристального внимания заслуживает проведение исторического анализа состояния здоровья населения, проживающего на побережьях, по наиболее часто встречающимся в данном районе заболеваниям. Однако изучение этого вопроса на местах встречает еще определенные сложности. Поэтому для решения подобного рода проблем, имеющих политическую окраску, необходимо иметь определенную законодательную основу. Это позволит заинтересовать в проведении экологических работ, в частности, экологического мониторинга, местные власти и промышленно-финансовые круги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Практическая экология морских регионов. Черное море. /Под ред. В.П.Кеонджяна, А.М.Кудина, Ю.В.Терехина. – Киев, Наукова думка, 1990. – 252 с.
2. Keondjian V.P., Kudin A.M., Borisov A.S. Practical ecology of sea regions – concepts and implementation. /GeoJournal, 1992, 27.2, 159–168.

engineering methods of regulating anthropogenic load upon marine ecological systems. The key moments of complex monitoring, as it was shown above, are as follows:

1. Defining volumes and chemical composition of permanent discharges from the coast.
2. Analysis of information on the content of various substances in the aquatorium under study. Revelation of pollutants most widely spread in this aquatorium. Analysis of hydrobiological situation.
3. Elaboration of mathematical models of processes of transfer of masses taking into consideration concrete coastal line and morphology of the bottom.
4. Analysis of historical data on accumulation of polluting substances in the thickness of water and bottom sediments.

On the basis of this work it is possible to create a diagnosis and prognosis of ecological state of the region and issue practical recommendations. Special cases are short-time prognostications of the bay state for a spa season and prognostication of possible emergency situations. Along with the provisions discussed, close attention is to be paid to carrying out historical analysis of health of the population living on the coasts with respect of the most frequent diseases in this region. However, study of this problem on the spot is still rather difficult. Therefore for the purpose of solving such problems with political tint, two associations of cities sea-users have been set up at present – association of the Black Sea cities and association of cities of the region near the Azov Sea. The associations have set themselves the aim of carrying out joint ecological studies of coastal aquatoria. Since financing of studies is done directly by city authorities and the same authorities implement proposed recommendations, ecology of marine regions has become here a real practical science.

LITERATURE

1. Practical ecology of marine regions. Black Sea. Ed. by V.P.Keondjian, A.M.Kudin and Yu.V.Terekhin. Kiev, Naukova dumka, 1990.
2. Keondjian V.P., Kudin A.M., Borisov A.S. Practical ecology of sea regions – concepts and implementation. /GeoJournal, 1992, 27.2, 159–168.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИОННОГО
СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД
ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ ЦЕОЛИТЫ
СИБИРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Коковкин В.В.,
кандидат химических наук,
Смоляков Б.С.,
кандидат химических наук,
Эфа А.Я.
Институт неорганической
химии СО РАН*

Природные цеолиты имеют широкую перспективу в плане применения их в качестве фильтрующего материала для водочистки и водоподготовки. Их достоинство в способности удалять из воды катионные токсиканты, такие как аммоний, тяжелые металлы и т.д.. Однако при фильтрации происходит изменение состава вод и по основным минеральным компонентам, кроме того при длительной эксплуатации цеолитсодержащих фильтров происходит истощение емкости, которое необходимо контролировать.

Цель данной работы – разработка метода непрерывного многокомпонентного контроля состава фильтруемой воды с использованием автоматической потенциметрической станции АС «Вода-10М» разработки ИХ СО РАН и ионоселективных электродов, обратимых к основным компонентам природных вод (Н, Na, К, Са) и примесям (NH₄), а также получение данных по характеристикам цеолитсодержащих пород (ЦСП), в частности, сорбционным.

В работе использовались ЦСП Сибирских месторождений: Пегасского (Кемеровская область), Холинского (Бурятия), Шивыртуйского (Читинская область).

Установка для регистрации параметров воды включала емкости с исходными и калибровочными растворами, ионообменные колонки с фильтрующими загрузками, проточные ячейки с ионометрическими датчиками, многоканальную автоматическую станцию АС «Вода-10М». Для проверки калибровки датчиков в длительных экспериментах в ячейки через соединительные шланги периодически подавали калибровочные растворы. Правильность результатов контролировали методами ионометрии, в том числе в варианте метода добавок, химического анализа.

AUTOMATIC CONTROL OF IONIC
COMPOSITION OF NATURAL WATER
IN PROCESSES OF FILTRATION THROUGH
NATURAL ZEOLITES

*Kokovkin V.V.,
kandidat of chemical sciences,
Smolyakov B.S.,
kandidat of chemical sciences,
Eva A.Ya.
Institute of Inorganic Chemistry
of Siberian Branch
of the Academy
of Sciences of Russia*

A problem of obtaining of water which is suitable for drinking and different industrial purposes became very essential at the last years. There are at least two reasons for the essentiality. The first. Natural surface and underground water is becoming of a bad quality because of such parameter as common mineralization increases, concentrations of human making toxic impurities (ammonium, phenol, etc.) become higher than UCP for them. The second. Usual methods of treatig of water do not exactly able to remove many toxic components, e.g. cationic components. So it is necessary to use other methods or materials for filtration which possess to remove impurities. One way of solving the problem is in an application of natural zeolites.

Natural zeolites are cationic exchangers. Their main advantage is in sorbtion of toxic cationic components as ammonium, radioactive ions (Cs, Sr, etc.). But concentrations of basic mineral components of water during filtration are changed too. Also it is took place an exhaustion of capacity of zeolite containing filters. This process should be put under the control.

The aim of this work is to work out a method of continuous multicomponent control of water treated by zeolites using automatic potentiometric station «Woda-10M» which was worked out by the Institute of Inorganic Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Scieces and ion-selective electrodes (ISE) reversible to the ionic componentes of water (H, Na, K, Ca) and impurities (NH₄).

An experimental set-up for monitoring of water parameters included the vessel with an initial solution and the other one with a solution to calibrate ISE, ion-exchange columns with different charges, cells with ISE for flowing of solutions and the multichannel recording

Исходные модельные растворы представляли собой основные типы природных вод: гидрокарбонатные и хлоридные, – в том числе включающие основные антропогенные загрязнения (аммоний, фенол, взвешенные вещества природного суглинка).

Исходные природные воды представляли собой натурные образцы вод Западно-Сибирского региона.

Полученные данные показывают, что используемый метод контроля пригоден для регистрации состава вод, выходящих после фильтрации через цеолитсодержащие фильтры, по исследуемым компонентам.

В последние годы проблема получения вод, пригодных для питьевого и хозяйственного назначения, обострилась для многих регионов России, в том числе и для Западной Сибири несмотря на богатство ее водных ресурсов. Это связано, по крайней мере, с двумя причинами. Во-первых, используемые для данных целей как поверхностные, так и подземные воды становятся все хуже по качеству: выявляется тенденция к росту общей минерализации (Никаноров, 1989), увеличивается содержание антропогенных загрязнений (тяжелые металлы, радионуклиды, биогенные элементы и т.д.), высокая мутность вод, особенно в паводковый для рек период. Во-вторых, традиционный способ очистки воды с использованием кварцевого песка в качестве фильтрующего материала не обеспечивает сорбцию, в частности, ионных токсикантов, да и запасы песка практически исчерпаны во многих регионах России. В этой связи для очистки вод используются природные цеолиты такие как клиноптилолит и гейландит, встречающиеся в месторождениях вместе с сопутствующими породами (Белицкий, 1990; Челищев, 1987). Так, цеолитсодержащие породы (ЦСП) месторождений Грузии Дзегви и Тедзами используются на Рублевской водопроводной станции г. Москвы (Сенявин, 1986). Имеется опыт применения ЦСП на Украине (Руденко, Тарасевич, 1983).

В России, в т.ч. в Сибири, имеется ряд месторождений ЦСП промышленного значения например: Холинское в Бурятии, Пегасское в Кемеровской области, Шивыртуйское в Читинской области. Однако они еще не вовлечены в крупномасштабное использование. Учитывая экономическую нецелесообраз-

potentiometer «Woda-10M». The solutions to calibrate ISE in continuous experiments periodically feeded on the cells through junction tubes.

Model solutions are presented basic types of natural water: hydrocarbonite and chloride, – and include main human making toxic impurities (ammonium, phenol, suspended substanses of natural loam).

The natural water is an example of water of West Siberia region.

Obtained results show that used method of control of ionic parameters of water may be applied to technologies of waters treating by zeolites.

ность дальних перевозок ЦСП, а также ограниченную доступность их за пределами России, актуальной задачей является освоение российских цеолитов.

Как известно (Челищев, 1983), природные цеолиты – это катионообменники. Их основное достоинство в ионообменной сорбции катионных токсикантов, таких как аммония, радионуклиды (Cs-137, Sr-90) и др. Имеются данные о сорбции органических соединений (Рабо, 1980; Белицкий, 1990), о фильтрующей способности цеолитов (Белицкий, 1990). Поскольку ЦСП разных месторождений могут содержать цеолиты разных форм и находиться в разном соотношении с сопутствующими минералами, фильтрующие и сорбционные свойства ЦСП могут варьировать, что может отражаться на составе фильтруемой воды, характеризующейся определенным минеральным составом. В процессе применения ЦСП могут также возникать ситуации, связанные с исчерпанием обменной емкости. Таким образом, при использовании ЦСП в технологиях водоподготовки необходимо применение таких способов контроля фильтруемых вод, которые бы позволяли автоматически регистрировать их состав, тем самым давая информацию о качестве воды и исчерпании емкости цеолита.

Целью данной работы было изучение возможности применения многокомпонентного автоматического потенциометрического контроля катионного состава вод с использованием автоматической станции (АС) «Вода-10 М» разработки ИИХ СО РАН с комплектом ионоселективных электродов (ИСЭ) при фильтрации вод через ЦСП сибирских месторождений, а также на его основе получение данных по характеристикам ЦСП, в частности, величинам ионообменной емкости. Для сопоставления результатов использовали кварцевый песок.

Следует отметить, что в природных пресных водах сибирского региона с минерализацией менее 1 г/л главные катионы – это Са, Mg и Na. Доминирующим типом поверхностных природных вод является гидрокарбонатно-кальциевый. Содержание других ионов в природных водах значительно ниже. При использовании вод для питьевого водоснабжения с санитарно-гигиенических позиций нормируется предельно-допустимая концентрация (ПДК) ряда примесных ионов, среди которых следует отметить аммоний. Его естественное содержание варьирует в широких пределах в связи с биохимическими превращениями форм азота. Повышенная концентрация аммония может явиться следствием как естественной евтрофикации водоемов, так и антропогенного поступления. Таким образом основными контролируруемыми параметрами в нашей работе были: содержание Na, Са, NH₄ и pH. Поскольку ионообменная способность природных ЦСП обусловлена катионами K, Na, Са и Mg, дополнительно к перечисленным контролировали K.

Исследование проводилось на модельных растворах основных типов природных вод и натурных образцах природных вод обского бассейна.

Ранее подобных исследований, судя по известной нам литературе, не проводилось.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использованы образцы ЦСП Пегасского, Холинского и Шивыртуйского месторождений, предоставленных Институтом минералогии и петрографии СО РАН. Использовали измельченные ЦСП фракций 0,25–1,0, а также 0,5–2,0 мм для Холинского месторождения. Перед применением все образцы ЦСП отмыты дистиллированной водой до визуального отсутствия мути. Подготовка кварцевого песка (использовалась фракция 0,5–2,0 мм) отличалась дополнительной обработкой концентрированной соляной кислотой. После данной процедуры песок отмывали дистиллированной водой с контролем на хлор-ионы.

Навески ЦСП и песка загружали в ионообменные колонки. Диаметр колонок – 16 мм, высота загрузки составляла 80 – 260 в зависимости от целей эксперимента.

Для приготовления модельных растворов использовали дистиллированную воду и соответствующие соли (все квалификации х. ч.). Кроме модельных растворов использовали образцы природной воды. Концентрацию катионов в образцах определяли методами ионометрии (Камман, 1980) и химического анализа (Новиков, 1990). Эти же методы использовали для проверки правильности результатов автоматической регистрации.

Ниже в таблице приведен катионный состав некоторых растворов из исследованных.

ТАБЛИЦА 1. Катионный состав исследованных растворов, ммоль/л.

Параметр	Модельный раствор 1	Модельный раствор 2	Модельный раствор 3	Обская вода
Кальций	5,0	0,5	1,0	0,69
Магний	–	–	1,0	0,60
Натрий	0,2	0,45	5,6	0,20
Аммоний	5,0	0,10	0,5	0,002
Калий	–	–	0,5	0,02
Алюминий	–	–	0,093	–
pH	7,9 – 8,1	7,2 – 7,4	8,0	7,4 – 7,7

Определение статической обменной емкости проводили следующим образом. Навеску ЦСП около 1,5 г вместе с аликвотой 100 мл 0,1 М раствора аммония хлористого вводили в коническую колбу и выдерживали при периодическом перемешивании от 3 до 7 суток при комнатной температуре. Далее твердую фазу отфильтровывали. В фильтрате определяли ионы аммония, кальция, магния, калия и натрия. Количество сорбированных ионов сопоставляли с количеством десорбированных.

Динамическую обменную емкость определяли методом графического интегрирования.

Установка для изучения свойств фильтрующих загрузок включала емкости с исходными и калибровочными растворами, ионообменные колонки с загрузками, проточные ячейки с ионометрическими датчиками, многоканальную станцию АС «Вода-10М». Соединительные шланги с кранами позволяли подавать в ячейки с датчиками исходный и отфильтрованный растворы. Датчики в ячейках калибровали в проточном режиме до и после проведения экспериментов. В длительных экспериментах проверку калибровки осуществляли дополнительно в ходе работы.

«мертвый» объем раствора (20 см³). Общий объем раствора в шланге и ячейке 40 см³; при расходе воды 2–8 см³/мин смена раствора в ячейке происходила за 5–20 мин. Датчики монтировались в пластине из вакуумной резины, которая закрывала ячейку сверху.

АС «Вода-10М» имеет 10 ионометрических каналов, что позволяет одновременно регистрировать данные по двум группам из 5 датчиков в разных проточных ячейках. Регистрация каждого канала производится на диаграммной бумаге отдельно. Перемещение диаграммной бумаги с постоянной скоростью дает возможность не только фиксировать время протока, но и объем отфильтрованной воды при постоянном ее расходе. Кроме ионометрических каналов регистрируется температура воды в ячейке и нулевая отметка прибора. Наличие встроенной системы температурной коррекции показаний датчиков упрощает обработку записи их потенциалов (Е). Для расчета концентраций из записи Е использовали калибровочные графики E-Ig с.

ТАБЛИЦА 2. Используемые ИСЭ и их некоторые характеристики.

Марка электрода	Определяемый показатель	Диапазон линейной функции, моль/л	Мешающие ионы
ЭСЛ-43-07	pH	1 - 12 (pH)	-
ЭСЛ-51-07	Na	3 - 10 ⁻⁴	H (10 ⁻³)
ЭЖК-01	K	0,1 - 10 ⁻⁴	Na(200), NH ₄ (20)
ЭМ-НН4-01	NH ₄	0,1 - 10 ⁻⁴	Na(200), K(1)
ЭМ-Са-01	Ca	0,5 - 10 ⁻⁴	Mg(5), Ba(50), Na, K(500), NH ₄ (300)

Примечание. В скобках указано предельное отношение концентраций мешающего и определяемого ионов, при котором ИСЭ сохраняет селективность и не требуется учета коэффициента селективности.

Проточная ячейка представляла собой цилиндр из винипласта. Ввод раствора из колонки осуществлялся через патрубок, расположенный в нижней части корпуса тангенциально относительно боковой поверхности цилиндра. Слив раствора происходил через трубку, смонтированную в центре дна так, что верхний торец находился на 1,5 см выше дна. Такая конструкция ячейки обеспечивала отсутствие застойных зон, постоянный уровень раствора и минимальный

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечалось, первичные данные по параметрам воды, прошедшей через цеолитовые фильтры, представляли собой зависимости E от времени. Их трансформацию в традиционные выходные кривые, т.е. зависимости концентрации выходящих ионов от времени проводили с использованием градуировочных графиков. Для всех ИСЭ,

кроме ЭМ-НН4-01, характеристики селективности позволяли гарантировать отсутствие вклада мешающих ионов. Для ЭМ-НН4-01 основным мешающим ионом является калий, предельное отношение концентраций $\text{NH}_4:\text{K}$, при котором не надо учитывать мешающего эффекта составляет 1:1. Поскольку концентрация калия в фильтрате обычно превышала концентрацию аммония (для ЦСП Холинского и Шивыртуйского месторождений), величину концентрации аммония рассчитывали по уравнению Никольского с учетом величины концентрации ионов калия, определенной по данным электрода ЭМ-К-01, и величины коэффициента селективности.

В целом, в долговременных экспериментах ИСЭ показали неплохое поведение. Так, градуировочные характеристики электрода ЭСП-43-07 практически не изменялись. Для пленочных ИСЭ учет изменений градуировочных характеристик проводили за счет повторных калибровок, либо за счет смены раствора внутреннего заполнения, когда названные характеристики восстанавливались. Средний срок работоспособности ИСЭ составлял 3-6 месяцев. Только электроды ЭМСа-01 были непригодны уже через 1-2 месяца работы.

Проверка правильности проводилась с использованием метода потенциометрии с ИСЭ в вариантах прямого определения и метода добавок на пробах, отобранных после фильтрации. Кроме того методом трилометрического титрования определяли общую жесткость и концентрацию кальция, по разности находили концентрацию магния. В целом, следует отметить, что полученные результаты демонстрируют неплохое согла-

сие с данными, полученными для проточных условий в пределах 10 - 20% (относительных).

В качестве примера на рисунке приведены выходные кривые, полученные при пропускании модельного раствора 2 через ЦСП Холинского месторождения фракции 0,5-2,0 мм. Из рисунка видно, что кальций и аммоний сорбируются цеолитом, причем их концентрация не достигает исходных значений в модельном растворе даже через 30 суток. Калий и натрий десорбируются цеолитом, однако в разной степени. Процесс десорбции натрия заканчивается примерно через 3 суток. Что касается калия, то процесс его десорбции не заканчивается и через 30 суток, как и отмеченный выше обратный процесс адсорбции кальция.

Имеющиеся данные демонстрируют существенную зависимость состава выходящих после фильтрации растворов как от состава ЦСП, так и исходного раствора, в отличие от традиционного фильтрующего материала - кварцевого песка. Это представляет определенные сложности для предсказания емкости цеолита при наличии в воде как постоянных, так и эпизодических загрязнений. Одним из реальных решений проблемы является непрерывный контроль загрязнений, в том числе автоматический с использованием ИСЭ.

Данные по выходным кривым были использованы для оценки динамической обменной емкости ЦСП и сопоставления с полной обменной емкостью. В таблице 3 представлены результаты по соответствующим величинам емкостей ЦСП.

ТАБЛИЦА 3. Величины обменных емкостей цеолитсодержащих пород.

Наименование пород	Статическая	Динамическая			
		Модельный раствор 1	Модельный раствор 2	Модельный раствор 3	Обская вода
Пегасская	1,30	0,05	-	-	-
Холинская	1,37	0,57	0,48	0,50	0,41
Шивыртуйская	1,30	0,66	-	-	-

Из таблицы видно, что величины динамической обменной емкости в несколько раз ниже полных. В первую очередь это определяется равновесным фактором, в том числе различием в составах контактирующих с ЦСП растворов при определении величин емкости. Во-вторых, это определяется кинетикой обмена ионов. Динамика выходных кривых характеризуется

наличием, по крайней мере, двух процессов, отличающихся скоростью. Первый протекает в пределах от нескольких часов для более концентрированных растворов 1 и 3 до суток для раствора 2 и обской воды. Вторая – замедленная стадия, в частности, для раствора 2 и обской воды не завершается и через 30 суток эксперимента. По-видимому, первая стадия определяется обменом ионов, находящихся на поверхности зерен ЦСП, вторая определяется диффузией ионов в глубине зерна (Никашина, 1990).

В целом, по совокупности исследованных свойств и полученных данных авторы могут дать рекомендации по применению ЦСП для водоподготовки, в том числе по умягчению воды, по удалению ионов аммония и т.д.

ИСТОЧНИКИ

- Белицкий И.А., Панин Л.Е. (1990)
Минералого– физико- химические свойства и биологическая активность цеолит-содержащих пород.
В сб. Физико-химические и медико-биологические свойства природных цеолитов. Изд.ИГиГ. Новосибирск. С.5.
Камман К. (1980)
Работа с ионоселективными электродами. Пер.с нем. п/р О.М.Петрухина. Изд.Мир. Москва.
Никаноров А.М. (1989)
Гидрохимия. Изд.Гидрометеониздат. Ленинград.
Никашина В.А., Корпусова Ю.В. (1990)
Сравнительное изучение кинетики ионообменной сорбции аммония на клиноптилолитах различных месторождений.
В сб. Природные цеолиты в народном хозяйстве. Изд. ИГиГ. Новосибирск. 232с.

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Смоляков Б.С.,
канд.хим.наук,
Немировский А.М.,
Плеханов Д.Ф.
Институт неорганической химии
СО РАН, г. Новосибирск*

Рассматриваются вопросы нормирования и мониторинга качества пресных вод и состояния пресноводных экосистем. Предлагается ввести в систему комплексного эко-

- Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Бодина З.Н. (1990)
Методы исследования качества воды водоемов. 2-е издание.
П/р А.П.Шицковой. Изд.Медицина. Москва. 400с.
Рабо Дж. (1980)
Химия цеолитов и катализ на цеолитах. Изд.Мир. Москва.
Руденко Г.Г., Тарасевич Ю.И., Кравченеко Ю.И., Сидорович А.Г. (1983)
Опыт применения клиноптилолита в качестве фильтрующего материала скорых фильтров на промышленной водоочистной станции.
Химия и технология воды. Т.5. № 1. С.54.
Сенявин М.М., (1986)
Промышленные испытания природного клиноптилолита.
Химия и технология воды. Т.8 № 6. С.52.
Челищев Н.Ф. (1973)
Ионообменные свойства минералов. Изд.Наука. Москва.
Челищев Н.Ф., Беренштейн Б.Г., Володин В.Ф. (1987)
Цеолиты – новый тип минерального сырья. Изд.Недра. Москва.

THE CHEMICAL ECOLOGICAL MONITORING OF THE STATE OF FRESH WATER ECOSYSTEMS

*Smolyakov B.S.,
Nemirovskiy A.M.,
Plehanov D.F.
Institute of Inorganic Chemistry
of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia*

The problem of standartization and monitoring of fresh-water quality and fresh-water ecosystems state are discussed. We propose to integrate the special division - the chemical

гического мониторинга специальный раздел – химико-экологический мониторинг состояния водных экосистем. Задачи этого раздела включают наблюдение, оценку и прогноз внешних и внутриводоемных процессов формирования состава воды по показателям, имеющим определяющее значение для устойчивости водной экосистемы. Для выполнения этих задач необходимо расширение базы аналитического обеспечения с использованием методов и средств многокомпонентного анализа вод в условиях их нахождения, в т.ч. на уровне отдельных химических форм. Приводятся результаты «пассивных» наблюдений и «активных» экспериментов на Новосибирском водохранилище. Показано, что данные дол-госрочных наблюдений минерализации и содержания главных ионов отражают действие внешних факторов, а регистрация суточной динамики pH и содержания кислорода – внутриводоемных биотических факторов формирования состава воды. Интегральный гидробиологический показатель – величина первичной продукции – может быть оценен по суточной динамике pH в точке наблюдения. Приводятся и обсуждаются результаты экспериментов по изучению влияния типичных загрязнителей /аммония, нитрата и меди(II)/ на продукционную способность гидробиоценоза Новосибирского водохранилища.

В современных условиях крупномасштабного и разностороннего антропогенного воздействия на биосферу повсеместно отмечается ухудшение качества поверхностных пресных вод. Этот факт является результатом не только роста концентрации нормируемых загрязнителей, но и нарушения естественного функционирования водных экосистем, изменения абиотических и биотических процессов формирования состава воды.

Очевидно, следует различать проблемы нормирования и контроля качества воды и состояния водных экосистем. В первом случае речь идет о регистрации итогового результата, а во втором – о факторах и процессах, приводящих к тем или иным показателям состава воды. Соответственно, следует различать мониторинг качества воды и мониторинг состояния водной экосистемы.

ecological monitoring of water ecosystems state – into system of complex ecological monitoring. The challenges of this division are to carry out the observations, evaluation and prediction of outer and inner water body processes of a forming of water composition on the indices which have a governing importance for stability of water ecosystem. Its fulfilment would require an extended analytical background with using methods and equipment for multicomponent analysis of natural waters at the observation site, including the determination of discrete chemical forms. The results of «passive» observations and «active» experiments on Novosibirsk reservoir follow. It has been demonstrated, that data of long-term observations of the total mineralization and main ion concentration are representative for action of outer factors, and a registration of daily dynamics of pH and oxygen concentration – the action of inner, biotic factors of the forming of water composition. One of the main hydrobiological indices – the primary production – is derivable from daily pH dynamics on-the-site. The results of our «active» experiments on investigation of action of pollutants /such as ammonium, nitrate, cupric(II)/ on productivity ability of hydrobiocoenosis of Novosibirsk reservoir are given and discussed.

Мониторинг качества воды как система наблюдений, оценки и прогноза выбранных показателей, базируется на определенных критериях «нормы». Санитарно-гигиенические нормативы, ориентированные на охрану здоровья человека, устанавливают единые нормативы предельно-допустимых концентраций (ПДК) веществ в воде вне связи с экологическим статусом водоема. Иная основа заложена в нормативы качества воды с экологических позиций. Так, одна из наиболее распространенных систем таких нормативов (2) ранжирует качество воды по 6 классам соответственно трофическим типам водоемов; по каждому из примерно 50 показателей «норма» зависит от типа водоема. Следовательно, в зависимости от поставленной цели системы мониторинга качества воды будут отличаться перечнем показателей, фиксированием значения «нормы», учетом индивидуальных особенностей конкретных водоемов.

Мониторинг состояния водных экосистем призван решать иные задачи и должен базироваться на иных принципах. В (3) справедливо отмечается, что при оценке допустимых воздействий на природную среду необходимо выявить допустимую ответную реакцию экосистемы, что требует разработки экологических норм допустимых отклонений структурных и функциональных показателей состояния экосистемы от фоновых. Важно подчеркнуть, что фоновые показатели реальных водных экосистем не только индивидуальны для конкретных водоемов, но и непостоянны во времени. Поэтому авторы (4) считают первоочередной задачей форсированную экспериментальную разработку экологических ПДК – предельно-допустимых колебаний абиотических факторов водной среды, в первую очередь, температуры, содержания кислорода, величины рН, общей минерализации, ионного состава.

Таким образом, «нормой» состояния пресноводной экосистемы будет сохранение ее структурной и функциональной целостности при переменном режиме физических, химических и биологических параметров. Следовательно, экологический мониторинг состояния водоемов должен основываться на выявлении диапазона и динамики этих параметров для характеристики фоновых показателей. Их изучение возможно при организации комплексных долговременных наблюдений основных параметров для конкретного водоема.

Вместе с тем, для выявления допустимой ответной реакции экосистемы на антропогенные воздействия «пассивных» наблюдений недостаточно. В (5) обоснована методология натурного моделирования для изучения трансформации загрязнителей и их воздействия на состояние пресноводных экосистем. Специально спланированные «активные» химико-биологические эксперименты проводят непосредственно на водоеме, в микрокосмах, пространственно-изолированных от «материнской» экосистемы, но сохраняющих тот же видовой состав, гидрохимические и гидрофизические условия. В серию микрокосмов вводят разные концентрации изучаемого загрязнителя и на протяжении заданного времени следят за его трансформацией в водоеме и откликом биоценоза. Информация, получаемая в «активных» натуральных

экспериментах, очевидно, имеет исключительно важное значение для мониторинга состояния водных экосистем в части обоснования допустимых нагрузок и прогнозирования возможных последствий при их превышении.

Заметим, что в системе комплексного мониторинга состояния водных экосистем вопросы характеризации вещественного состава, его динамики в естественных условиях, трансформации химических загрязнителей находятся на первом плане. Очевидно, что закономерности химических превращений веществ в устойчивом и нарушенном состоянии экосистемы должны быть предметом специального рассмотрения. Это приводит к необходимости выделения самостоятельного блока химико-экологического мониторинга – системы наблюдений, оценки и прогноза основных показателей химического состава воды и их динамики в совокупности абиотических и биотических процессов, определяющих функционирование водной экосистемы. Концепция химико-экологического мониторинга состояния пресноводных экосистем была предложена нами в (9); ее развитие в части обеспечения методов и средств наблюдения состояния реального водоема (Новосибирского водохранилища) приведено в (6,10).

В связи с необходимостью характеризации процессов превращения веществ в «живой» водной экосистеме особого внимания требует аналитическое обеспечение наблюдений. Большое значение приобретают инструментальные методы анализа водных растворов, пригодные для многокомпонентного, оперативного (в т.ч. на месте наблюдения), автоматизированного анализа. Учитывая разнообразие химических форм ряда элементов в природных водах и различную их способность к переносу и трансформациям в абиотических и биотических процессах, методы элементного анализа должны дополняться методами анализа индивидуальных химических форм. Поэтому в наших работах (6,10) использован комплекс таких методов, как кондуктометрия, ионометрия, ионная хроматография, фотометрия, инверсионная вольтамперометрия, причем переносная аппаратура (иономер-солемер «АНИОН-210», хроматограф ХПИ-1, микроколориметр-микрофотометр МКМФ-2, электрохимический

модуль ЕМ-03) позволяла выполнять определение на борту плавучей лаборатории, непосредственно на месте наблюдений.

Аналитическое обеспечение химико-экологического мониторинга состояния водной экосистемы в первую очередь должно быть подчинено задаче получения информации о интегральных показателях, характеризующих действие внешних и внутриводоемных факторов формирования состава воды.

Динамика основных внешних факторов формирования химического состава воды в пресных водоемах в первую очередь связана с сезонным характером их питания. При замерзании водоема в зимнее время прекращается поступление поверхностного стока, повышается доля подземного питания, что приводит к росту общей минерализации S_u и концентрации главных ионов. Весенний паводок, в зависимости от его интенсивности, определяет поступление менее минерализованных вод. Для Новосибирского водохранилища, как можно видеть из данных на рис.1, амплитуда этих показателей достаточно значительная: в июне-июле карбонатная щелочность, сумма кальция и магния, общая минерализация близки к показателям для байкальской воды, а зимой они приближаются к величинам, характерным для соленоватых озер.

Очевидно, регулярно повторяющаяся смена основных показателей минерального состава среды обитания определяет приспособленность видового состава гидробионтов и – в сочетании с температурным режимом – сезонный ритм их функционирования. Поскольку такая информация имеет важное значение для химико-экологического мониторинга состояния конкретной водной экосистемы, желательно упростить и автоматизировать ее получение. Анализ данных многолетних наблюдений для «транзитной» обской воды, питающей водохранилище, и вод малых местных притоков, а также подземных вод неглубокого залегания в районе водохранилища, показал, что они принадлежат к одному типу – гидрокарбонатно-кальциевому (наиболее распространенному для поверхностных водоемов). Из этого следует, что доля главных ионов (гидрокарбоната и суммы кальция и магния) в суммарной удельной электропроводности воды УЭП – определяющая, что позволяет оцени-

вать эти показатели из данных по УЭП без проведения химического анализа. В (6) предложены уравнения

$$\begin{aligned} S_u &= 1080 \text{ УЭП;} \\ (\text{HCO}_3^-) &= 741 \text{ УЭП;} \\ (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) &= 220 \text{ УЭП,} \end{aligned} \quad (1)$$

позволяющие оценить основные показатели минерального состава вод данной экосистемы с погрешностью (среднеквадратичное отклонение) 9, 7 и 5 мг/л, соответственно (для УЭП при 15°C).

Для внутриводоемных процессов формирования состава воды важную роль играют фотосинтез, дыхание и деструкция гидробионтов. Проявлением суточного ритма жизнедеятельности и его различий по глубине водоема является пространственная и временная динамика таких показателей, как рН и концентрация растворенного кислорода. Следует подчеркнуть, что эти показатели определяют направленность и интенсивность разнообразных химических превращений в водоемах и поэтому представляют общий интерес для химико-экологического мониторинга состояния водных экосистем. О суточной амплитуде рН и концентрации кислорода в реальных условиях можно судить по данным, представленным на рис.2. Очевидно, количественная оценка интегральной характеристики биотической деятельности может быть установлена из наблюдений суточной динамики рН и кислорода.

Одной из важнейших характеристик функционирования биогидроценоза является величина первичной продукции P . К сожалению, классический «скляночный» метод определения P , предложенный А. Пюттером (8), трудоемок как по процедуре изолирования проб воды с разных глубин в темной и светлой склянках, так и по процедуре химического анализа кислорода после их выдержки в течение суток. Этот недостаток присущ и различным модификациям «скляночного» метода (в т.ч. использующему регистрацию поглощения при фотосинтезе меченого углерода, вводимого в пробы воды в форме карбонатов). Трудоемкость экспериментального определения P , ограничивающая объем важной информации, определила поиски иных методов. Так, получила широкое распространение оценка

продукции фотосинтеза по измерению хлорофилла в воде, что можно реализовать без отбора проб; однако такая оценка имеет лишь приближенный характер. Поэтому остается актуальной задача совершенствования определения первичной продукции P непосредственно в водоеме.

В принципе, эту задачу решает метод, предложенный еще в 1936 г. С.В. Бруевичем (1), основанный на использовании данных по суточной динамике растворенного кислорода непосредственно в водоеме. В ночное время в отсутствие фотосинтеза концентрация кислорода падает на величину $D(O_2)_n$, что дает возможность оценить среднечасовое его потребление на дыхание и окисление. В дневное время продукция кислорода превышает потребление, и концентрация кислорода растет. Наблюдаемый дневной прирост кислорода $D(O_2)_{max}$ следует дополнить на величину потребления за тот же промежуток времени. Принимая, что среднечасовое потребление кислорода днем такое же, как и в ночные часы, и вводя среднюю величину отношения продолжительности периода превышения синтеза над потреблением кислорода к полной продолжительности дня, Бруевич приходит к выражению

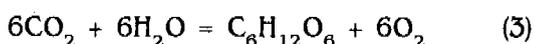
$$P(O_2) = D(O_2)_{max} + D(O_2)_n \cdot n / (24 - n) \quad (2)$$

где $P(O_2)$ – полная дневная продукция кислорода,

n – длительность дня, час.

Фактически метод С.В. Бруевича использует те же идеи, на которых основан «скляночный» метод. Дополнительное допущение сводится к заторможенности обмена кислорода между водой и атмосферой относительно биотических процессов фотосинтеза и дыхания в объеме воды. Это допущение, которое может привести к некоторому занижению истинного значения $P(O_2)$, не является принципиальным, поскольку межфазный обмен кислорода можно учесть дополнительно. Главным достоинством метода Бруевича является то, что наблюдения проводятся в «материнской» экосистеме, без изолирования проб, с сохранением всех компонент и факторов.

Как и в «скляночном» методе, продукцию кислорода $P(O_2)$ пересчитывают в продукцию биомассы по уравнению фотосинтеза:



Заметим, что радиоуглеродная модификация «скляночного» метода оценки первичной продукции также основана на ур.(3), но регистрируется не производство кислорода при синтезе биомассы (в форме глюкозы), а потребление растворенного в воде неорганического углерода.

Поскольку в (2) входят разностные величины $D(O_2)$, требуется высокая точность определения концентрации кислорода. Это ограничивает возможность применения инструментальных методов, точность которых обычно составляет 5–10% (Бруевич использовал процедуру титрования проб воды по Винклеру).

Это ограничение можно устранить, если оценивать продукцию биомассы по потреблению растворенного CO_2 , что непосредственно влияет на pH воды. Действительно, суточная динамика pH согласуется с динамикой растворенного кислорода. На рис.2 в качестве примера приведен фрагмент непрерывной регистрации pH, (O_2) и освещенности L_x из наших наблюдений на малопроточном участке Новосибирского водохранилища в июле 1993 г. Выделим характерные точки симбатных изменений pH и (O_2) :

- 1 – предрассветный минимум,
- 2 – послеполуденный максимум,
- 3 – на закате дня,
- 4 – следующий предрассветный минимум.

В рамках тех же допущений, которые использовал С.В. Бруевич, можем записать:

$$P(CO_2) = D(CO_2)_{max} + D(CO_2)_n \cdot (n_1 + n_2) / n_3 + 0.5D \cdot x(CO_2)_{max} \cdot n_2 / n_1 \quad (4)$$

где (CO_2) – полное дневное потребление CO_2 в фотосинтезе,
 $D(CO_2)_{max}$ и $D(CO_2)_n$ – совокупное изменение форм карбонатной системы при сдвиге pH между точками 1 и 2, 3 и 4, соответственно.

Последнее слагаемое в (4) отражает продукцию фотосинтеза на участке между точками 2 и 3; по предположению Бруевича, она вдвое ниже, чем на участке 1–2. Вычисление $D(CO_2)_{max}$ и $D(CO_2)_n$ можно выполнить из экспериментальных данных по определению карбонатной щелочности воды и констант диссоциации угольной кислоты. Более точный учет эффектов возможного образования

комплексных форм (по данным (7) для поверхностных пресных вод можно ограничиться CaHCO_3^+ и CaCO_3^0) можно осуществить, используя данные по константам их нестойкости и по содержанию кальция в воде. Если в воде присутствуют компоненты, дающие заметный вклад в общую щелочность дополнительно к карбонатной щелочности, что устанавливается традиционными для гидрохимии определениями, сдвиг pH в суточной динамике отражает и процессы их протонизации-депротонизации. В этом случае $D(\text{CO}_2)_{\text{max}}$ и $D(\text{CO}_2)_n$ нужно дополнить на вклад некарбонатных компонентов общей щелочности. Расчет $P(\text{CO}_2)$ с учетом указанных факторов мы выполняли на ПЭВМ с использованием специальной программы. Для данных, представленных на рис.2, величина $P(\text{CO}_2)$ найдена равной $3.9 \cdot 10^{-4}$ моль $\text{CO}_2/\text{л}$; она удовлетворительно согласуется с определением $P(\text{O}_2)$ по методу Бруевича – $3.5 \cdot 10^{-4}$ моль $\text{O}_2/\text{л}$, что подтверждает применимость предлагаемого способа оценки первичной продукции по суточной динамике pH непосредственно в водоеме.

Преимущество оценки P из наблюдений pH, на наш взгляд, заключается в том, что измерения pH, в т.ч. в режиме автоматизированного длительного контроля, не вызывают затруднений. При этом получаемая информация отражает всю совокупность продукционнодеструкционных процессов в реальном водоеме при воздействии реально действующих факторов различной природы. Очевидно, измерения pH можно выполнять для толщи воды (от поверхности до дна) и на разных участках водоема, что позволяет существенно расширить возможности оценки суточной продукции как для «пассивных» наблюдений состояния водной экосистемы, так и при проведении «активных» экспериментов.

Иллюстрацией сказанному может служить рис.3, где показана суточная динамика pH и аммония на глубине 1.5 м в мезокосме после введения «загрязнителя» – хлорида аммония (объем мезокосма 2 куб.м, высота – 3 м). Воздействие загрязнителя сразу после его введения привело к снижению pH и (O_2) относительно фоновых условий. К исходу 3 суток начальная концентрация аммония (10 мг/л) снизилась почти до фоновой (0.07 мг/л), как и значения pH и (O_2) .

Расчет продукции P для этого эксперимента и другого, с введением в качестве загрязнителя нитрата, представлен в таблице для трех горизонтов: поверхности, 1.5 м и у дна и двух начальных концентраций загрязнителей (1 и 5 мг/л для аммония, 2 и 20 мг/л для нитрата). Сравнение продукции в мезокосмах с фоновыми значениями показывает, что введение аммония приводит к снижению P в 1.5–4 раза в зависимости от глубины и начальной концентрации, тогда как воздействие нитрата на продукционную способность проявляется незначительно. Поскольку нитрат относится к биогенам, стимулирующим продукционную способность гидробиоценоза, можно было ожидать роста продукции P и быстрого снижения концентрации добавки нитрата. Однако ассимиляция нитрата в условиях проведения эксперимента протекала медленнее, чем аммония, и даже к исходу 8-х суток его концентрация заметно превышала фоновую. Относительно малое влияние нитратов на продукционную способность можно связать с тем, что в Новосибирском водохранилище лимитирующим фактором для биоты является низкое содержание фосфора, при котором соотношение N:P, как правило, существенно превышает оптимальное (в период наших наблюдений оно составляло 20:1 относительно оптимального 7:1).

В «активных» экспериментах с мезокосмами мы изучали воздействие еще одного типичного загрязнителя – меди(II). Известно, что медь(II) подавляет развитие фитопланктона, и можно было ожидать снижения суточной продукции, как это проявилось при добавке аммония. Было установлено, что введение меди при начальной концентрации 0.2 и 1 мг/л оказало незначительное влияние на величину суточной продукции P в первые 3 суток, после чего в мезокосмах с загрязнителем возникали отличия по величинам pH в сравнении с фоновой водой. Поскольку эти эксперименты выполнялись в конце вегетативного периода (в сентябре), мы считаем его результаты предварительными. Однако они показательны для данного периода и свидетельствуют о том, что необходимо выявлять отклик конкретных водных объектов к одним и тем же загрязнителям.

ТАБЛИЦА. Первичная продукция P(CO₂), 104 моль CO₂/л в фоновой воде и при добавке загрязнителей

Н, м		0			1.5			3		
загрязнитель - аммоний										
Дата	фон	2мг/л	20мг/л	фон	2мг/л	20мг/л	фон	2мг/л	20мг/л	
11.08	3.0	2.0	1.0	2.5	1.1	0.8	2.1	0.5	0.5	
12.08	2.2	1.4	1.1	1.9	1.7	1.1	1.9	1.2	0.7	
13.08	1.4	1.3	1.6	1.7	1.8	1.5	1.5	3.2	1.0	
загрязнитель - нитрат										
Дата	фон	2мг/л	20мг/л	фон	2мг/л	20мг/л	фон	2мг/л	20мг/л	
25.08	2.2	1.2	1.9	1.7	1.2	1.2	1.6	0.6	1.4	
26.08	1.9	1.3	1.4	1.6	1.1	0.7	0.6	0.8	0.3	
27.08	2.0	1.6	1.4	1.8	-	1.3	1.1	1.2	-	
28.08	1.5	1.6	2.1	1.2	0.7	1.8	0.9	0.7	1.2	
29.08	0.9	1.5	1.6	0.9	1.0	0.3	0.5	0.8	0.2	
30.08	1.5	1.2	1.6	1.3	1.0	1.5	0.5	0.3	0.2	
31.08	1.2	1.7	1.7	1.2	0.8	1.1	1.1	0.3	0.3	

Приведенные здесь направления работ и некоторые результаты не исчерпывают задачи химико-экологического мониторинга состояния пресноводных экосистем. Нашей целью было привлечь внимание к вопросам их функционирования как целостных, сложноорганизованных природных объектов, в которых реализуются закономерные циклические химические превращения. Нарушения в функционировании таких экосистем, которые могут возникнуть под действием разных факторов, необходимо контролировать и предвидеть. С этой целью в системе комплексного экологического мониторинга, на наш взгляд, необходимо развитие специального раздела, посвященного изучению характеристик вещественного состава водной среды в «нормальном» и нарушенном состоянии водной экосистем.

ИСТОЧНИКИ

1. Бруевич С.В. (1978) Определение продукции органического вещества в море. В сб. «Проблемы химии моря». «Наука». М. с.107-127.
2. Денисова А.И., Сиренко Л.А., Эльпинер Л.И. (1986) Качество воды в водохранилищах и санитарно-гигиенические условия их использования. В кн. «Водохранилища и их воздействие на окружающую среду» Ред.Воропаев Г.В. «Наука». М. 367 с.

3. Израэль Ю.А. (1984) Экология и контроль состояния природной среды. Гидрометеониздат. М.:) с.
4. Ласкорин Б.Н., Лукьяненко В.И. (1992) «Стратегия и тактика охраны водоемов от загрязнения». Вестник РАН. № 11. с. 45-63.
5. Никаноров А.М., Тарасов М.Н., Трунов Н.М. и др. (1988) Проблемы нормирования качества поверхностных вод и натурное экологическое моделирование. В сб. «Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы». Гидрометеониздат. Л. вып.1. с. 5-9.
6. Смоляков Б.С., Немировский А.М., Коковкин В.В., Павлюк Л.А. (1994) Электро-химические методы анализа в мониторинге состояния пресно водных экосистем. Тез. IV конф. «Электрохимические методы анализа». 26-28 янв. 1994 г. ч.2. М. с. 212.
7. Gelbrecht J., Henrion G., Genrion R. (1987). Zur Bestimmung des gesamten anorganischen Kohlenstoffes in natürlichen Gewässern durch Titration mit Salsaure.-Acta hydrochim. hydrobiol. v.1.p.19-28.
8. Putter A. Der Umfang der Kohlensäurereduction durch die Planktonalgen.(1924). -Pfluger Arch.ges.Phys. Bd.205. № 3.
9. Smolyakov B.S. (1993) The Chemical Ecological Monitoring of the State of Fresh-Water Ecosystems. 1. General Principles. Chem. Sustainable Development. № 3. p.347-350.
10. Smolyakov B.S., Pavluic L.A., Nemirovskiy A.M. (1994) Seasonal and Daily Dynamics of Mineral Composition of Novosibirsk Reservoir Waters. Chem.Sustainable Development /in press/.

КОНЦЕПЦИЯ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ
ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА
КАЧЕСТВА ВОДЫ.

*член-корр. РАМН, проф. Красовский Г.Н.,
к.м.н. Егорова Н.А (НИИ экологии человека
и гигиены окружающей среды
им.А.Н.Сысина РАМН)*

Концепция контроля загрязнений воды на основе стандартных перечней оценочных показателей (до 60-80) оказалась недостаточно эффективной, поскольку в водных объектах может одновременно содержаться до 200-300 веществ, спектр которых зависит от состава региональных сточных вод. Общее количество загрязняющих воду веществ в России составляет более 1500, в США - 2100, в питьевой воде городских водопроводов Европы идентифицировано 2000 веществ. Резко улучшить аналитическую базу лабораторий контролирующих служб пока сложно по экономическим причинам. Единственным реальным выходом является переход на новую концепцию выбора приоритетных показателей, отражающих региональные особенности промышленных выбросов. С этой целью разработана методология выбора эколого-гигиенически значимых показателей сточных вод на основе 15-17 критериев: превышение ПДК, токсичность, опасность веществ, их персистентность и способность к трансформации, биоаккумуляция, биоразлагаемость и т.д.

Предложенный алгоритм и классификация показателей позволили выделить: для целлюлозно-бумажной промышленности из 250 веществ 18 приоритетных, для предприятий цветной металлургии - 15 из 70, кожевенных производств - 11 из 90, производства красителей - 5 из 52. При этом удалось обосновать наиболее информативные для оценки качества воды и значимые для здоровья показатели, сократив в 5-10 раз число незначимых.

При недостаточной расшифровке состава стоков предложено использовать методику экспериментального обоснования оценочных показателей. Методика основана на сопоставлении экспериментально устанавливаемых и расчетных величин безопас-

CONCEPTION OF CHOICE OF THE PRIORITY
ECOLOGO-HYGIENICAL INDEXES FOR
REGIONAL WATER QUALITY MONITORING

*Krasovsky G.N., Associate Member of RAMS,
prof.,
Egorova N.A., c.m.s. (Sysin Research Institute
of Human Ecology and Environmental
Hygiene RAMS)*

The conception of water pollution control based on the standard lists of estimation indexes proved to show a rather low level of efficiency for there could simultaneously be up to 200-300 substances in water bodies, the former's spectrum being dependant on the content of local sewage. The total number of water-contaminating matters is over 1500 in Russia, 2100 in the U.S., 2000 as identified in drinking water of various European urban water supplies. At the same time it is very hard, on account of economical situation, to radically improve the analytical base of existing water pollution laboratories. The only realistic solution seems to be introduction of the new conception of choosing the ecologico-hygienic indexes reflecting local peculiarities of industrial sewage. With this purpose there's been a methodology worked out on the base of 15 to 17 criteria: MAC exceeding, toxicity and hazard of substances, their persistency and ability to transform, bioaccumulation, biodegradability, etc.

The suggested algorithm and classification of indexes allowed to point out 18 priority substances out of 250 for cellulose industry, 15 out of 70 for non-ferrous metallurgy, 11 out of 90 for tanning industry, 5 out of 52 for dyestuffs industry. At that, there's been a success in grounding the indexes most informative for estimation of water quality and most important for health, simultaneously reducing the number of less important ones by 5-10.

If the sewage content is not sufficiently deciphered, it's been suggested that one use the methods of experimental grounding estimation indexes. These methods are built upon comparison of experimentally found and calculated values of safe sewage dilution.

ого разбавления стоков. Такой прием позволяет также решать:

1) оправдано ли в конкретных случаях общее требование учета принципа суммации величин С/ПДК для оценки комплекса токсичных веществ в стоках;

2) содержится ли в сточных водах неидентифицированные высокоопасные вещества.

Таким образом, на местном уровне следует активнее переориентировать мониторинг водных объектов и нормативные документы (включая ГОСТ "Вода питьевая" т.к. ПДК разработаны для более 1800 веществ) на приоритетные показатели, учитывающие специфику промышленных загрязнений воды каждого региона.

Such an approach also allows to decide:

1) if the general requirement of regard for the principle of C/MAC values summation for estimation of the toxic matters complex in sewage is valid in particular cases;

2) if there are any unidentified highly hazardous substances in the sewage analyzed.

Thus, it is necessary to more actively re-direct monitoring water bodies on the local level as well as normative acts (including GOST "Drinking Water", because MACs are established for over 1800 substances) towards the priority indexes which would take into account the specificity of industrial water contamination in every given region.

БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО КОЛИЧЕСТВА ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

Кузьмина Н.П., к.х.н.,
Москва

Одним из источников загрязнения поверхностных и грунтовых вод являются фосфорорганические пестициды. Для определения фосфорорганических пестицидов (ФОП) в природной и питьевой воде нами предложена биохимическая методика, позволяющая быстро определять сумму ФОП. Принцип данного метода сводится к обнаружению ФОП по их способности угнетать фермент холинэстеразу. Количественное определение ФОП в воде сводится к установлению первоначальной и остаточной активности холинэстеразы. Реакция проводится в колориметрических пробирках, которые помещают в термокамеру биохимического анализатора. Термокамера ТК-01 с автоматической системой управления позволяет держать постоянную температуру $38^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ в течение 12 часов.

Предел обнаружения суммарного количества фосфорорганических пестицидов составляет $0,01 \text{ мкг/дм}^3$. На определение ФОП не оказывает влияния присутствие хлорорганических пестицидов, минеральных солей и других органических и неорганических веществ.

Для сравнения, концентрации карбофила и хлорофила в стандартных пробах были определены хроматографическим методом.

Для массовых анализов в лаборатории был определен коэффициент разбавления продажной холинэстеразы, позволивший получить 1 единицу активности, необходимую для проведения биохимической реакции. Полученный раствор был проверен на целой серии образцов.

Концентрацию ФОП в анализируемой пробе вычисляют по формуле:

$$x (\% \text{ угнетения}) = \frac{T_{\text{контр}}}{T_{\text{оп}}} \cdot 100$$

где

x - процент угнетения холинэстеразы;

T - время гидролиза.

По графику находят концентрацию ФОП в зависимости от степени угнетения холинэстеразы.

Одной из наиболее важных народнохозяйственных задач является задача снабжения населения г.Москвы качественной водой. Эффективное решение водоохраных задач особенно важно и актуально для промышленно-аграрных комплексов и регионов с интенсивным развитием производительных сил и дефицитом водных ресурсов.

К таким регионам несомненно относится Московская область в пределах верхнего бассейна реки Москвы, используемого для водоснабжения города.

Практически единственным источником преднамеренного антропогенного загрязнения окружающей среды веществами с ярко выраженными токсичными свойствами является применение пестицидов для обработки полей, садов, лесов и пастбищ.

В настоящее время в хозяйствах Московской области в связи с высокой токсичностью и устойчивостью хлорорганических пестицидов они замещаются на фосфорорганические пестициды.

Фосфорорганические препараты представляют собой сложные эфиры ряда кислот: например фосфорной - ДДВФ, тиофосфорной - тиофос, метафос.

Все они отличаются относительной стойкостью в окружающей среде. Большая часть фосфорорганических препаратов разлагаются в почве, растениях и воде в течение 1 - 3 месяцев. Отдельные препараты (Ан-тио) могут сохраняться в течение 1 года.

Перечень фосфорорганических пестицидов, применяемых в близлежащих районах Московской области, показывает, что, в основном, в больших количествах используется хлорофос, карбофос, регор.

Определение фосфорорганических пестицидов в природной и питьевой воде представляет большие трудности. В практике анализа пестицидов наблюдается тенденция развития как прецезионных, так и экспрессных методов.

Чувствительность химических методов недостаточна для определения микрограммовых количеств фосфорсодержащих пестицидов.

Для определения микроколичеств фосфорорганических пестицидов, их суммарного содержания в природных водах нами за основу взят был биохимический метод определения ядов, разработанный в Академии химической защиты. Биохимический метод позволяет определять суммарное количество фосфорорганических пестицидов на уровне 0,01 – 0,001 мкг/дм³. Принцип данного метода сводится к обнаружению ФОП по их способности угнетать активность фермента холинэстеразы.

Для определения поступления фосфорорганических пестицидов в реку Москву и ее притоки нами была использована биохимическая методика, позволяющая определить суммарное количество фосфорорганических пестицидов на уровне 0,01 – 0,001 мкг/дм³. Как уже указывалось выше, принцип данного метода сводится к обнаружению ФОП по их способности угнетать активность фермента холинэстеразы. Препарат холинэстеразы контактирует с исследуемой водой и затем производится сравнение активности фермента до контакта и после контакта.

Сущность метода определения холинэстеразной активности состоит в установлении времени гидролиза ацетилхолинхлорида с препаратом холинэстеразы. Об интенсивности гидролиза ацетилхолинхлорида судят по скорости изменения цвета индикатора – от синего к желто-зеленому. В качестве стандарта используются препараты хлорофоса, карбофоса. Реакция проводится в колориметрических пробирках, в которые вносят определенный (0,5 – 1,0 мл) объем пробы, фермент холинэстеразу, ацетилхолинхлорид и индикатор. Воду можно считать чистой, не содержащей фосфорорганических пестицидов, если время установления цвета смеси в исследуемой и контрольных пробах совпадают или разность между ними не превышает 30 секунд. Если время выравнивания окраски исследуемой и контрольной пробы превышает 30 секунд, исследуемая вода содержит фосфорорганические пестициды.

Формула расчета:

$$x(\% \text{угнетения}) = \frac{T_{\text{контр}}}{T_{\text{оп}}} \cdot 100$$

где

x – процент угнетения холинэстеразы;

T – время гидролиза.

По формуле рассчитывается процент угнетения холинэстеразы и затем по таблице определяется количество фосфорорганических пестицидов.

Нами для анализа был приобретен в Институте микробиологии им. Мечникова фермент холинэстеразы: класс VI, серия III, 21 единица активности на 1 мг фермента.

В лабораторных условиях был подобран соответствующий коэффициент разведения, позволяющий получить 1 единицу активности, необходимую для проведения реакции.

Преимущество метода состоит в том, что он избирателен и позволяет определить только фосфорорганические пестициды, их суммарное количество в природной и питьевой воде.

Для проведения биохимической реакции, а именно для определения пестицидов в объектах окружающей среды, был разработан и изготовлен биохимический анализатор пестицидов, представляющий собой термокамеру, обеспечивающую измерение температуры пробы до 0,1°C и автоматическую компенсацию температурной зависимости проб воды. Работа анализатора основана на принципе колориметрии с помощью электрической системы. Прибор работает в автоматическом температурном режиме.

Чувствительность прибора определена чувствительностью биохимической реакции и составляет 0,001 /дм³.

При наличии в воде фосфорорганических пестицидов, с целью идентификации отдельных препаратов в лаборатории использовали метод тонкослойной хроматографии.

Наблюдения за содержанием фосфорорганических пестицидов в воде р. Москвы у пос. Рублево, показывает, что в летний период, когда поля обрабатываются ядохимикатами, после дождей в речной воде были обнаружены фосфорорганические пестициды.

Данные представлены в таблице 1.

Наблюдения за содержанием фосфорорганических пестицидов в воде р. Москвы у пос. Рублево в мае и сентябре 1990 г. составили соответственно 1,9 и 3,0 мкг/дм³, что соответственно в 10 – 20 раз ниже ПДК. Летом 1989 и 1990 г.г. проводилось обследование Верхнего бассейна р. Москвы. Как правило в воде притоков р. Москвы содержание фосфорорганических пестицидов было значительно ниже ПДК и составляло от 0,5 до 4,0 мкг/дм³. Лишь в отдельных притоках содержание фосфорорганических пестицидов превышало ПДК.

Биохимический метод был использован нами при оценке барьерной роли очистных сооружений. Установлено, что обработка воды реагентами на водопроводных станциях не мешает определению в воде пестицидов.

Традиционные методы обработки воды, такие как хлорирование, озонирование, коагулирование не снижают содержания фос-

форорганических соединений в питьевой воде. Фосфорорганические пестициды эффективно удаляются активированным углем.

Таким образом, биохимический метод определения фосфорорганических пестицидов, используемый в лаборатории для контроля природной и питьевой воды имеет ряд преимуществ перед другими методами, а именно:

- является экспрессным, время определения составляет 30 минут;

- является избирательным для фосфорорганических пестицидов;

- является высокочувствительным методом, что делает его незаменимым для оперативного контроля качества воды на водопроводных станциях.

В последующем, основываясь на данных экспресс-метода, подтверждаются хроматографическим методом.

ТАБЛИЦА 1. Содержание фосфорорганических пестицидов в воде р. Москвы пос. Рублево, июнь 1994 года.

№ № п/п	Дата отбора проб	Метеоусловия	Содержание ФОП		Физико-химические показатели						
			% угне- тения	концен- трация мкг/дм ³	мутность мг/дм ³	рН	t°С	окисля- емость мг О ₂ /дм ³	цветность градус	запах балл	СГ мг/л
1.	05.09.94	дождь	45.0	1.25	7.5	8.70	19.0	7.2	20	1-2 тр-тин	18.0
2.	06.06.94	осадков нет	5.0	0.01	7.2	8.80	19.0	6.9	19	1-2 тр-тин	17.5
3.	07.06.94	осадков нет	5.0	0.01	7.0	8.80	19.5	7.0	19	1-2 тр-тин	17.5
4.	08.06.94	осадков нет	3.0	0.01	7.0	8.78	20.5	7.0	20	1-2 тр-тин	17.0
5.	09.06.94	осадков нет	5.0	0.01	7.0	8.80	20.0	6.9	20	1-2 тр-тин	17.0
6.	12.06.94	дождь	28.0	0.40	7.3	8.78	20.0	7.1	20	1-2 тр-тин	17.5

BIOCHEMICAL METHOD TO DETERMINE THE TOTAL ORGANIC PHOSPHOROUS PESTICIDES CONTENT

N.P.Kuzmina, Cand.Sci.(Engineering), MOSVODOKANALNIIPROJECT

Organic phosphorous pesticides are considered to be among other pollutants present in both surface and underground water. New rapid method is suggested to biochemically determine the total content of pesticides of the kind in raw and potable water. The judgement in phosphorous pesticides is based on their ability to inhibit cholynesteraze enzyme.

The quantitative analysis reduces to determining of initial and residual activity of cholynesteraze enzyme. The reaction is carried out in calorimetric utensil that is put into biochemical analyzer's thermo-chamber. The TK-01 automatic controlled thermo-chamber enables the user to keep the temperature at level of 38°C for 12 hours. The minimum pesticides content to be determined is 0.01 mkg/dm³. It also should be mentioned the presence of chlorous organic pesticides, mineral salts and other organic and non-organic substances does not interfere with the analysis.

In addition, carbophyl and chlorophyl content in standard samples were determined for comparison by chromatography. For mass analysis under laboratory conditions a solution factor for commercial cholynesteraze enzyme was found which resulted in finding 1 (one) unit of activity necessary for biochemical reaction. The solution obtained was tested on the whole batch of samples.

The phosphorous organic pesticides content is determined in samples under analysis by means of the following formula:

$$X_{inh} = \frac{T_{contr} \cdot 100}{T_{op}}, \text{ where}$$

X - percentage of cholynesteraze inhibition;

T - hydrolysis time

The resulting content of phosphorous organic pesticides can be found by means of diagram depending on cholynesteraze inhibition extent.

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОД И ПУТИ
ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

*Махиня Анатолий Петрович, к.м.н., ПИИ
'Самарагидропроект',
Купер Виталий Яковлевич, к.т.н., НПЦ
'ТЕХНОЛОГИЯ',
Рубцов Михаил Геннадиевич, к.т.н., НПЦ
'ПАЛС'.*

В современной структуре водопользования, характеризующейся взаимоналожением разных зон водопользования, в том числе таких, как водоотведение и питьевое водоснабжение, частыми аварийными сбросами сточных вод, спецификой гидрологического режима, зарегулированного гидроузлами стока рек и др., крайне необходима ОПЕРАТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА качества воды в комплексе с прогнозированием последствий загрязнения, формирующим базу для принятия управленческих решений.

Существующая система контроля качества поверхностных вод суши по сути работает в регистрационном режиме по принципу "ДИАГНОЗ ПОСТФАКТУМ", что исключает возможность принятия оперативных управленческих решений, снижающих негативный эффект, тем более при аварийных ситуациях, не говоря уже об управлении качеством воды.

Реальным выходом из такой ситуации может быть только контроль качества воды, выполняемый по принципу "ДИАГНОЗ ТОТЧАС". Опыт наших работ позволяет предложить для реализации методологическую базу организации СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА качества воды, оперативного обнаружения аварийных ситуаций, анализа и прогноза последствий загрязнения (далее "Система"), включая аварийный отбор проб и исследования для персонификации виновника аварийной ситуации.

Реализация "Системы" предполагает предварительную региональную привязку принципиальной пространственной структуры, состоящей из стационарного автоматизированного измерительного комплекса (САИК),

MONITORING COMPUTER-AIDED
OPERATIONAL SYSTEM OF WATER
QUALITY AND WAYS OF ITS
IMPLEMENTATION

*Anatolei P. Makhinia, D.M., DEI
Samarahydroproekt,
Micheal G. Rubtsov D.Sc., SF 'Pals',
Vitalei A. Kuper, D.Sc., SDC 'Technologia',*

The modern water management structure is characterized by the interaction of different water management zones such as water removal and drinking water supply, frequent accidental run-off water discharge and others type of pollution, specific features of regulated by hydroschemes hydrological regime rivers discharge and others. It's necessary very much the operational diagnostics of water quality in complex with prediction of pollution consequences which forms the base for control decisions making.

The existing surface water quality checking system works in fact in the detection regime and uses the principle "Postfact diagnosis". It excludes possibility of the water quality control and the operational decision making which lowers the negative effect especially during accidents.

The real way out of such situation may be only the water quality checking which uses the principle "Just in time". Using our experience we suggest for implementation the methodological base of spatial structure and organization of the water quality computer-aided monitoring and operational detection of accidents, analysis and prediction of pollution consequences system /"System"/. It includes accidental sampling and investigation who is the culprit of the accident.

The implementation of the "System" supposes beforehand the regional fixation of the principle spatial structure which consists of the stationary automatic measuring complex /SAMC/ (it's the processing date and diagnos-

включающего компьютерный центр обработки, диагностики и управления и периферийные измерительные модули (ПИМ) на основе уже разработанных методологических и технологических принципов. Организационно-операционное решение состоит в оснащении САИК информационно-прогнозными программами с широким спектром вариантов решений, например, пакетом программ прогноза, оперативного управления, вызова мобильной группы специализации и т.п.

Прототипами блоков САИК и ПИМ являются используемые многими научными и производственными организациями и получившие признание на международных экспозициях (в Дели и Вене) измерительные системы типа "РОТАН" и "ХИТОН", которые не уступают, а по ряду показателей превосходят зарубежные аналоги.

Действующая многообразная система нормативной документации регламентирует контроль качества вод (поверхностных, подземных, сточных) на разных классификационных уровнях.

Однако невозможно и нецелесообразно осуществлять автоматизированный контроль по максимальному перечню показателей. Рационален принцип разумной минимальной достаточности, тем более, что независимо от классификационного уровня при решении вопроса полноты и достаточности исследований исходят в ряду других постулатов из четырех приоритетных, позволяющих определить спектр показателей контроля, который включает показатели, характеризующие:

высокую токсичность или уровень нагрузки на водный объект,
массовый или повсеместный выброс в водный объект,
уровень природной минерализации воды,
способность водоема к самоочищению.

Эти группы показателей позволяют получить некую интегральную характеристику качества воды, что достигается определением таких показателей, как азот аммонийный и нитратный, хлориды, электропроводность, мутность, pH, Eh, растворенный кислород, хлорофилл-а.

Существующие прототипы "Системы" позволяют получать оперативную информацию именно по этим показателям, причем нали-

tics computer module) and peripheral measuring modules /PMM/ basing on already developed methodological and technological principles. The organizing-operating decision consists of equipping SAMC - module by the information prediction program with wide spectrum of decisions variant. For example: the operational control program, the prediction program, the checking program, the call of special mobile predicting group program and others program of packet.

The prototypes of blocks of SAMC and PMM are the probes such as "Rotan" and "Hiton" types. They are as good as the foreign samples and some its parameters excels the foreign samples parameters. "Rotan" and "Hiton" are used by many scientific organizations. They got recognition's at the international displays.

The active diverse system of normative documentation regulates the water quality checking realization /surface, underground, run-off water/ on the different classificational levels.

But it's impossible and not usefully to check maximum parameters. It's sensible the principle minimum sufficiency. Solving the problem of the fullness and sufficiency they bases on four prior principle which lets define the spectrum of parameters of checking for all classificational levels.

The parameters:

- which is characteristic of high toxicity or define load level of water subject;
- having mass or in all area ejection to the water subject;
- which is characteristic of the natural water mineralization;
- ability of water subject for self-cleaning;

They let get some integral character of water quality by definition of parameters such as ammonium nitrogen and nitrate nitrogen, chlorides, conductivity, turbidity, pH, Eh, dissolutional oxygen, chlorophyll.

The existing prototypes of "System" let get operational information of these parameters. The "System" has automatic sampling appara-

чие автоматизированного пробоотборника дает возможность провести селективную диагностику по более широкому спектру показателей в мобильной лаборатории.

Создание "Системы" возможно в течение 1,5-2 лет, включая региональную привязку, изготовление модулей, пуско-наладку в режиме аналого-сопоставительных исследований и сдачу в эксплуатацию минимального базового варианта САИК и ПИМ.

Дальнейшее развитие "Системы" с изготовлением и подключением необходимого количества ПИМ может быть осуществлено в течение еще одного года.

Руководствуясь принципом разумной достаточности, например, по протяженности Волго-Камского каскада необходимо организовать 11 подобных "Систем". Одной из них является "Система" для мегаполиса Самарской Луки в составе г.г. Самара, Тольятти, Жигулевск и др., которая уже разработана на уровне "Концепции зональной системы мониторинга" и получила финансирование для разработки на уровне целевой комплексной программы по подсистемам поверхностных, подземных и сточных вод.

thus so it's possible to get selective special diagnostics of more wide spectrum of parameters in the laboratory.

Creating of "System" is possible during 1.5-2 years including regional fixation, making all modules, its trial start in analogue-comparisonal research regime and putting in operation of minimum base variant of SMAC and PMM.

The development of "System" and making and connection of necessary number of PMM may be done during one more year.

Using the principle of sensible sufficiency for example on the Volga-Kama cascade length it's necessary 11 "Systems". One of them is the "System" for megapolice of Samarakia Luka consisting of Samara, Toliajtiti, Giguljvsk and others. It has 2000000 water consumers. This "System" is already created on the level of "Conception of zonal monitoring system" and it got financing for creating on level of the aim complex program consisting of the subsystems: surface water, underground water and run-off water.

**КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ РОССИИ И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА**

Никаноров Анатолий Максимович

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН

Гидрохимический институт

Ухудшение экологической обстановки в России связано со стратегией интенсивного развития народного хозяйства, монопольным положением ресурсоэксплуатирующих ведомств, приоритетом темпов роста производства и неадекватностью принимаемых по охране природы мер. Расбалансированность экономики в последние годы, нарушение длительных хозяйственных связей, упразднение государственного планирования, сохраняющийся остаточный принцип финансирования экологических программ способствовали углублению экологического кризиса в стране.

Особенно остро эти проблемы стоят в отношении поверхностных вод суши (пресных вод): состояние крупных водных объектов и особенно малых рек остается крайне неблагоприятным, в ряде экономически развитых районов ощущается напряженность водного баланса не только по количественным, но и качественным показателям.

Одним из условий решения всей совокупности задач по рациональному использованию, охране и управлению водными ресурсами является получение достоверной информации о состоянии водных объектов, их адаптивных возможностях, а также сведений об источниках загрязнения. Для получения таких данных во многих странах созданы национальные системы мониторинга.

В России функции такой системы выполняет Государственная служба наблюдений за состоянием объектов природной среды (ГСН), в том числе поверхностных вод суши. Главными целями указанной системы мониторинга определены получение на единой методико-методологической основе объективных данных для оценки качества вод водоемов и водотоков, тенденций и прогноза возможных его изменений под влиянием хозяйственной деятельности, гидрометеорологических факторов, при развитии чрезвычайных ситуаций, а также обеспечение центральных федеральных, административно-хозяйственных органов и заинтересованных организаций режимной и оперативной информацией.

Основными принципами организации и проведения наблюдений за качеством поверхностных вод является их комплексность и систематичность, согласованность сроков проведения с характерными гидрологическими ситуациями, определение показателей качества воды (физических, химических, биологических) и гидрологических параметров едиными или обеспечивающими требуемую точность методиками в соответствии с задачами ГСН.

Сеть режимных наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрохимическим показателям включает (по состоянию на 01.01.94) 1892 пункта (2604 створов, 2907 вертикалей), расположенных на 1326 водных объектах. Программы выполняемых работ на пунктах различной категории предусматривают определение в пробах воды перечня приоритетных показателей и веществ (> 100) установленного с учетом их распространенности и токсичности, а также соответствия требованиям решаемых мониторингом задач и интересам водопользования.

Программа наблюдений гидрологической сети позволяет получать информацию, предоставляющую результаты исследования видового состава, численности гидробионтов и морфологического их описания.

Обобщение получаемой сетью мониторинга информации о качестве поверхностных вод проводится Гидрохимическим институтом Росгидромета. Анализ состояния и динамики качества поверхностных вод (на основе ежегодных и многолетних данных) проводится по наиболее распространенным и

специфическим характерным для отдельных водных объектов загрязняющим веществам, с использованием аппарата математической статистики и комплексных оценок. При этом применяется классификация степени загрязненности воды по величинам комбинаторного индекса с учетом ряда дополнительных факторов, согласно которой весь диапазон состава и свойств воды делится на 5 классов от "условно-чистых" до "чрезвычайно-грязных".

Результаты многолетних наблюдений сети мониторинга свидетельствуют, что все поверхностные воды России загрязнены практически повсеместно, что наиболее распространенными загрязняющими веществами, обнаруживаемыми в водных объектах, являются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, соединения меди, цинка, в отдельных регионах - соединения никеля, аммонийный и нитритный азот, специфические загрязняющие вещества - лигнин, лигносульфонаты, ксантогенаты, метилмеркаптан, анилин, хлорорганические пестициды, сульфаты и др. Уровень и характер загрязненности водных объектов варьирует в широких пределах, превышение ПДК загрязняющих веществ в целом по стране составляет по нефтепродуктам 47-63%, фенолам 45-68%, легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅) 26-27%, аммонийному азоту 23-34%, нитритному азоту 18-27%, соединениям меди 74-81%, цинка 36-63%. Ежегодно наблюдается тенденция увеличения числа створов, уровень загрязненности воды которых составляет, или превышает 10 ПДК.

Многие водные экосистемы оказались в настоящее время в состоянии экологического регресса как за счет усиления процесса антропогенного евтрофирования, так и за счет токсического воздействия поступающих в них загрязняющих веществ. Практически для всех водных объектов характерны структурные преобразования фитопланктонных сообществ, на значительной части водных объектов наметилась тенденция ухудшения состояния перифитонного сообщества, а в отдельных из них наблюдается модификация структурной перестройки зоопланктонного сообщества.

Возрастание антропогенного влияния на природную среду сопровождается также трансформированием материкового стока химических веществ в моря и океаны, распространением процессов закисления поверхностных вод на обширных территориях страны из-за трансграничного переноса серы и азота и возрастания их концентраций в атмосфере.

Ниже приводится краткая характеристика состояния качества поверхностных вод на основе обобщения многолетней гидрохимической и гидробиологической информации по некоторым водным объектам гидрографических районов на территории России.

Бассейн Балтийского моря

р.Нева Поступающая в Неву из Ладожского озера вода загрязнена органическими веществами, значительное количество загрязняющих веществ вносится ее притоками - рр.Мга, Тосна, Ижора, Охта, Славянка и др. По всему течению в Неве обнаруживаются фенолы и соединения меди, более чем в 50% отобранных проб содержание их в воде превышает ПДК. Особенно загрязнена вода реки фенолами в устье, где неоднократно наблюдались случаи высокого загрязнения (до 70 ПДК у г.Санкт-Петербурга). Крайне неудовлетворительно

качество воды р.Охта, нарушение режима растворенного в воде кислорода - обычное явление.

Бассейн Черного моря

Существенное влияние на качество воды рек Черноморского побережья оказывают неорганизованные стоки населенных пунктов и смыв загрязняющих веществ с водосборных площадей, в частности, с сельхозугодий и с территорий, используемых для рекреаций. Влиянию органических сбросов сточных вод подвержены р.Сочи (г.Сочи), р.Туапсе (г.Туапсе), р.Мзымта (г.Адлер).

Бассейн Азовского моря

Бассейн Дона Основными источниками загрязнения поверхностных вод бассейна р.Дон являются сточные воды около 100 промышленных предприятий, десятков шахт, агропромышленных и животноводческих комплексов, а также оросительные системы и полевые хозяйства (общий объем промышленных сточных вод - около 2 млн.м³, бытовых стоков - 1 млн. 400 тыс.м³ в сутки).

Характерными загрязняющими веществами воды верховья р.Дон являются нитритный, аммонийный азот и сульфаты (наиболее загрязнен участок реки у г.Донской).

На участке р.Дон ст.Казанская - г.Калач-на-Дону уровень загрязненности воды по основным загрязняющим веществам 1-2 ПДК, за исключением соединений меди, среднегодовая концентрация которых в отдельные годы достигала 6-9 ПДК. Для Нижнего Дона характерно повышенное содержание соединений меди до 4-6 ПДК. Ежегодно отмечается загрязнение воды Цимлянского водохранилища в отдельных створах хлорорганическими пестицидами. Экосистема Нижнего Дона и Цимлянского водохранилища находится в основном в состоянии антропогенного напряжения, на отдельных участках наблюдается "цветение" сине-зеленых водорослей. Наиболее неблагоприятное состояние отмечается в районе г.Волгодонска, где резко повышается в фитопланктоне доля организмов-индикаторов высокого загрязнения (до 50%). Отдельные элементы экологического регресса наблюдаются и на участке нижнего Дона у г.Ростова.

Экологическое состояние большинства рек ухудшается, причем наиболее опасные ситуации складываются на малых реках из-за распашки земель, многочисленных животноводческих и птицеводческих комплексов, расположенных на их берегах.

Бассейн Кубани Химический состав воды р.Кубань в верхнем течении в значительной степени обусловлен влиянием маломинерализованных притоков, ниже по течению негативное воздействие на качество воды оказывают сточные воды предприятий жилищно-коммунального хозяйства, производств удобрений, а также поступление загрязняющих веществ с неорганизованными стоками населенных пунктов, сбросы оросительных систем, смыв удобрений с сельхозугодий.

Характерными загрязняющими воды реки веществами являются нефтепродукты до 8-9 ПДК, соединения меди до 6-13 ПДК, нитритный азот в

пределах 1-6 ПДК, отражается неблагоприятно на состоянии гидробиоценозов отдельных участков р.Кубани (гг.Невыномыск, Славянск, Темрюк).

Бассейн Баренцева моря

Высокий уровень загрязненности воды характерен для малых рек Кольского полуострова, находящихся в зоне деятельности Госконцерна "Норильский никель", ГМК "Печенганикель". Уровень загрязненности воды некоторыми соединениями меди и никеля превышает десятки и сотни ПДК. Такой характер и уровень загрязнения являются причиной заметного изменения состояния экосистемы многих рек в сторону экологического регресса, в первую очередь донных биоценозов.

Бассейн Северной Двины В зимний и летне-осенний периоды при нагонных явлениях со взморья наблюдается увеличение содержания хлоридов до 6-7 г/л и минерализации до 10-13 г/л в замыкающих створах протоков Маймакса и Кузнечиха. В последние годы произошли количественные изменения состава планктонных сообществ водных организмов в сторону экологического регресса, особенно на участке реки у г.Архангельска.

Наиболее загрязненными притоками Северной Двины являются р.Пукса, в воде которой среднегодовые концентрации аммонийного азота и фенолов характеризуются величинами выше 50 ПДК, легкоокисляемых органических веществ и лигносульфатов свыше сотен мг/л, р.Сухона и р.Пельшма. Большое содержание органических веществ в реках приводит к снижению растворенного в воде кислорода и появлению сероводорода. Планктонные сообщества экосистемы р.Сухона на участках у г.г.Сокол и Великий Устюг находятся в состоянии экологического регресса.

Бассейн Карского моря

Бассейн Оби Для р.Обь от истока до устья характерно загрязнение фенолами и нефтепродуктами, особенно в районе крупных промышленных центров, по всему течению вода реки характеризуется как загрязненная, на отдельных участках как грязная (от г.Сургут до с.Полноват) и как очень грязная (г.Колпашево, с.Александровское).

В районе крупных городов вода рек бассейна Оби загрязнена нефтепродуктами, фенолами, соединениями меди, железа, пестицидами и относится к классам очень грязная - р.Иртыш, г.Тобольск; р.Тура, г.Тюмень; р.Мисса, г.Челябинск; чрезвычайно грязная - р.Тобол, г.Тобольск и его притоки; р.Тура, г.Верхнетурье, г.Туринск; р.Салда. Наиболее высокий уровень загрязнения воды р.Исеть в районе г.Екатеринбург и г.Арамил, где отмечалось присутствие сероводорода, мышьяка, в течение года наблюдались случаи дефицита растворенного в воде кислорода. Как грязные, либо чрезвычайно грязные характеризуются воды рр.Ница, Нейва, Пышма, Кунара, Ляля, а также р.Тагил в районе г.В.Тагил и Н.Тагил.

Бассейн Енисея Характерными загрязняющими веществами воды рек бассейна являются нефтепродукты, фенолы, соединения меди, цинка и др. В

верхнем и среднем течении Енисея среднегодовые концентрации нефтепродуктов составляют 13-15 ПДК.

На участке ниже г. Красноярск река испытывает наибольшую антропогенную нагрузку сточными водами многочисленных предприятий, в воде периодически присутствуют лигносульфонаты, мочевины, ксантогенаты, цианиды, роданиды. Гидробиоценозы на этом участке реки находятся в состоянии экологического регресса, наблюдается исчезновение чистолобивых форм организмов, особенно из сообществ перифитона и зообентоса. Вниз по течению реки загрязненность воды Енисея увеличивается и характеризуется как очень грязная на отдельных участках.

Для притоков Верхнего Енисея на территории республики Тува характерно значительное содержание в воде фенолов до 21-28 ПДК. Высок уровень загрязненности его притоков и на территории Хакасии, вода которых характеризуется как грязная, либо очень грязная.

Уровень загрязненности р.Ангара и ее притоков колеблется в широких пределах, наиболее загрязнены рр.Каменка и Чадобец. По этой причине экосистеме р.Ангара и ее притоков в основном, присущи элементы экологического регресса.

Значительно загрязнены водные объекты бассейна р.Пясины соединениями никеля, меди, цинка, азота, нефтепродуктами - до 9-30 ПДК (влияние концерна "Норильскникель").

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Бассейн Лены Вода р.Лена и ее притоков относится к умеренно загрязненной (повышенное содержание в воде фенолов и нефтепродуктов).

Наибольшее содержание фенолов до 17 ПДК в воде р.Лена, как правило, наблюдается в период половодья; соединений меди и цинка до 12-16 ПДК, что связано с растворимостью минералов, выстилающих русло рек, оттаиванием слоя мерзлоты, обогащенного микроэлементами.

Большинство рек бассейна Лены относится к умеренно загрязненным, среднегодовое содержание загрязняющих веществ (нефтепродуктов, соединений металлов и др.) не превышает 5-7 ПДК.

Бассейн Колымы р.Колыма и ее притоки загрязнены взвешенными веществами, нефтепродуктами, фенолами, аммонийным азотом особенно в период половодья, когда максимальные концентрации достигают: взвешенных веществ 123-414 мг/л; соединений меди 70 ПДК; аммонийного азота 9 ПДК.

Бассейн Каспийского моря

Бассейн Волги Каскад Волжских водохранилищ отмечен повышенным содержанием в воде нефтепродуктов, соединений меди, фенолов до 1-4 ПДК. В отдельные годы характерен более высокий уровень загрязненности нефтепродуктами до 4-10 ПДК для Ивановского, Угличского, Рыбинского, Горьковского; фенолами до 5-8 ПДК для Куйбышевского, Саратовского; соединениями меди до 5-11 ПДК для Куйбышевского, Саратовского и

Волгоградского водохранилищ.

Усиление процессов антропогенного евтрофирования наблюдается практически на всех водохранилищах Волги. Даже в Ивановском водохранилище отмечены такие характерные для евтрофирования изменения в структурной организации фитопланктонного и зоопланктонного сообществ как уменьшение видового разнообразия, угнетение развития группы зеленых водорослей и выход на господствующее положение сине-зеленых водорослей. Наметилась тенденция ухудшения состояния бентофауны с элементами экологического регресса последней.

р.Ока у г.Касимова отмечается значительным содержанием в воде аммонийного и нитритного азота до 2-9 ПДК; у г.Выкса, г.Муром, г.Дзержинск нефтепродуктов до 4-14 ПДК. На уровне 6-12 ПДК колеблется загрязненность аммонийным азотом воды р.Москва, г.Москва, г.Воскресенск, г.Коломна; р.Пахра, г.Подольск. В течение ряда лет среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ варьировало в пределах 3-15 ПДК в воде р.Клязьма и у г.Щелково, г.Павловский Посад, г.Орехово-Зуево, г.Владимир, а также в воде ряда рек Ивановской, Рязанской, Орловской, Нижегородской, Тульской областей, среди которых наиболее загрязненной является р.Упа, г.Тула.

По всему течению р.Кама годовое содержание в воде соединений двухвалентного марганца природного характера стабилизировалось на уровне 8-15 ПДК; соединений меди и фенолов антропогенного происхождения на уровне 5-8 ПДК. В период низкого водного стока для Камского и Воткинского водохранилищ характерен дефицит растворенного в воде кислорода. Из Камских водохранилищ наиболее загрязнено Нижнекамское, в воде которого среднегодовые концентрации нефтепродуктов, соединений меди, аммонийного азота превышают 10 ПДК, а максимальная соответствует нескольким десяткам ПДК.

В течение ряда лет остается чрезвычайно высоким уровень загрязненности воды р.Чапаевка, г.Чапаевск хлорорганическими пестицидами (ГХЦГ до 0.984 мкг/л, ДДТ до 0.200 мкг/л).

В бассейне Камы стабильно высок уровень загрязненности воды р.Чусовая, г.Первоуральск соединениями меди до 57-101 ПДК.

Указанное выше чрезвычайно высокое антропогенное напряжение водной толщи водотоков бассейна привело к заметному развитию макрофитного пояса.

Бассейн Тихого океана

Бассейн Амура Вода р.Амур по длине изменяется от умеренно-загрязненной до очень грязной. Наиболее высокий уровень загрязненности воды реки в районе с.Богородское и г.Николаевск, где максимальные концентрации достигают соединений меди - 80, цинка - 56 ПДК (с.Богородское); фенолов - 90 ПДК (г.Николаевск).

По качеству воды р.Уссури, имеющая важное рыбохозяйственное значение относится к умеренно загрязненной, содержание в воде реки загрязняющих веществ составляет 2-5 ПДК, кроме того (в отдельные годы) обнаруживали хлорорганические пестициды. Вода части притоков Уссури относится к грязной, либо очень грязной. Антропогенное напряжение, испытываемое реками Приморья, привело к экологическому регрессу водных экосистем, резкому сокращению

видового разнообразия сообществ перифитона и бентоса.

Реки Сахалина Вода большинства рек Сахалина относится к слабо загрязненным. Здесь, как правило среднегодовое содержание загрязняющих веществ в воде не превышает 4-5 ПДК; к очень грязным - относится вода р.Охинка, г.Охта.

Реки Камчатки Наиболее распространенным загрязняющим веществом воды рек Камчатки являются фенолы (3-7 ПДК по среднегодовым концентрациям, во время половодья до 20-30 ПДК). Содержание остальных загрязняющих веществ незначительно, в основном в пределах ПДК. Большинство водных объектов относится к категории чистых и лишь некоторые из них к умеренно-загрязненным.

Данные систематических комплексных наблюдений на протяжении последних 20-30 лет свидетельствуют об ухудшении экологического состояния озер, особо опасные признаки которого проявляются на Ладожском, Онежском озерах и Байкале.

Основные проблемы Ладожского озера связаны с возросшей нагрузкой водоема биогенными элементами (фосфором, азотом, органическим веществом), что привело к евтрофированию водоема: из олиготрофного озеро стало мезотрофным. За последние 30 лет в отдельных районах озера в воде и донных отложениях устойчиво обнаруживаются повышенные концентрации лигносульфонатов, нефтепродуктов, бенз(а)пирена, более чем в 5 раз увеличилась общая численность бактериопланктона и в 3 раза зоопланктона.

В Онежском озере, состояние которого в целом лучше, чем Ладожского, отмечены повышенные концентрации растворенных нефтепродуктов. Особенно сильное загрязнение воды и донных осадков наблюдается в губах (заливах) озера: Кандоужской, Петрозаводской и Свирской.

Состояние Байкала на протяжении последних 35 лет определяется поступлением химических веществ с водным стоком притоков озера, в первую очередь Селенги, влиянием сточных вод и выбросов в атмосферу БЦБК. Существенное воздействие на экосистему Байкала по ряду показателей оказывает загрязнение озера в северной его части - районе выхода к озеру трассы БАМ, загрязнение портов.

Зона загрязнения в районе выпуска сточных вод БЦБК устойчиво сохраняется в пределах 30 км², однако влияние сточных вод и аэровыбросов комбината практически распространяется на весь Южный Байкал. В воде озера наблюдается постепенное увеличение концентраций сульфатов, хлоридов, снижение в ряде случаев средних концентраций растворенного кислорода с 10-11 мг/л до 8-9 мг/л. В отдельных районах озера устойчиво фиксируется на уровне ПДК и выше ПДК концентрации нефтепродуктов, фенолов. Огромная природная емкость озера пока еще сдерживает накапливаемые изменения в гидробиоценозе. Заметнее всего эти изменения проявляются в районе БЦБК, на севере озера и Селенгинском мелководье.

Таким образом, на большей части территории России загрязнение поверхностных вод достигло значительного размера и продолжает усиливаться. Низкая эффективность государственной природоохранной системы, пренебрежение экологическими проблемами, отсутствие средств для обеспечения нормального функционирования национальной системы мониторинга и развития исследований в этой области могут привести к дальнейшему ухудшению состояния водных экосистем, как следствие, дефициту "чистой" воды.

Повышение требований всех отраслей народного хозяйства к уровню надежности, точности и оперативности получаемой в рамках ГСН информации о качестве вод диктует необходимость дальнейшего совершенствования системы мониторинга качества поверхностных вод суши и всех ее звеньев (в первую очередь оперативного) с высокой степенью автоматизации наблюдений, оптимальной реализацией возможностей наземных и космических средств наблюдений с соответствующим уровнем интеграции банков данных по экологии природных сред, по планированию и использованию водных ресурсов и др. При этом важно использовать все возможности, позволяющие усовершенствовать систему мониторинга - накопленный опыт функционирования отечественных и зарубежных систем мониторинга, результаты теоретических исследований и прикладных разработок.

Сложность совершенствования системы мониторинга качества поверхностных вод суши обусловлена прежде всего сложностью самого объекта мониторинга, многообразием протекающих в водных экосистемах физико-химических и биологических процессов, изменчивостью состава природных вод в естественных условиях и под влиянием антропогенной нагрузки, а также необходимостью учета множества факторов.

Ответственная роль возлагается на гидрохимическую науку, фундаментальной задачей которой является познание закономерностей формирования химического состава природных вод и их изменений во времени и пространстве.

Указанная проблема, включающая ряд теоретических и прикладных направлений, является базовой для решения вопросов по совершенствованию существующей системы мониторинга качества поверхностных вод в рамках ГСН и разработке системы экологического мониторинга, предназначенной для информационного обеспечения управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью на территории России. Рассмотрим наиболее важные направления исследований ГХИ.

Одной из актуальных задач Гидрохимии является исследование внутриводоемных процессов, оказывающих существенное влияние на показатели химико-биологического состояния водных объектов.

Эффективным путем изучения внутриводоемных процессов, протекающих в пресноводных экосистемах, признанным в нашей стране и за рубежом, является метод натурного экологического моделирования. Гидрохимическим институтом разработаны концепция широкого использования этого метода, а также соответствующие методология проведения исследования и технические средства. При этом упомянутая концепция предполагает все многообразие внутриводоемных процессов рассматривать через призму двух основных: химико-биологических, моделируемых с помощью изолированных микроэкосистем (мезокосмов), и гидродинамических - с использованием искусственных трассеров.

Многолетние экспериментальные работы на различных водных объектах позволили получить обширный репрезентативный материал о процессах трансформации и (или) детоксикации приоритетных загрязняющих веществ и процессов евтрофирования, а также сформулировать концепцию буферной емкости и устойчивости пресноводных экосистем к различным загрязняющим веществам. Существенные перспективы открывает использование мезокосмов при исследованиях процессов самоочищения и токсического действия загрязняющих

веществ на водные экосистемы, изучение дисперсий значений регистрируемых показателей и вклада всех ее составляющих компонент.

С целью исследования гидродинамических процессов в институте разрабатываются методы и технические средства натурального физического моделирования с применением нового типа недорогих экологически и санитарно-гигиенически безопасных трассеров, позволяющих работать в условиях больших разбавлений (до 10^{13} раз и выше). Методологическая простота и результативность физического моделирования, возможность использования одновременно нескольких различающихся по цвету флуоресценции индикаторов обуславливают широкие возможности этого метода как при изучении динамических процессов, так и в оперативном мониторинге экстремального загрязнения водных объектов и идентификации источников (виновников) загрязнения.

Весьма важную роль в оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям принадлежит анализу химического состава как самих вод так и донных отложений. Для этих целей к настоящему времени разработан достаточно большой набор методик анализа, позволяющий решать самые разнообразные задачи применительно к контролю загрязнения водных объектов и исследованию внутриводоемных процессов.

В условиях антропогенного воздействия в водные объекты в принципе могут попадать тысячи индивидуальных загрязняющих веществ различной токсичности и устойчивости, многие из которых экспериментально обнаруживались в водах. Учитывая это, полный анализ состава вод по индивидуальным соединениям, а тем более по формам их существования и миграции, является практически нереальной задачей. Решение проблемы было найдено в установлении приоритетного для контроля перечня веществ, исходя из их распространенности, токсичности, диапазона встречающихся концентраций. Этот перечень физических и химических показателей используемый при разработке программ сетевых наблюдений включает следующие группы: - общие показатели; - главные минеральные компоненты; - токсичные металлы; - соединения биогенных элементов; - показатели, характеризующие суммарное содержание в воде органического вещества: специфические органические загрязняющие вещества (нефтепродукты, пестициды, фенолы, СПАВ, полихлорбифенилы, полихлордибензодины и т.п.).

Развитие инструментальных физико-химических методов позволило значительно расширить возможности анализа вод. В настоящее время методы и технические средства измерения, представляющие единое целое, в основном обеспечивают контроль приоритетного перечня показателей качества вод. Вместе с тем идущее быстрыми темпами развитие инструментальных методов постоянно ставит новые задачи в области аналитики вод и открывает в этом аспекте новые возможности.

Рост возникновения опасных эколого-токсикологических ситуаций на водных объектах, вызываемых аварийным загрязнением в результате непредвиденного сброса сточных вод, огромное разнообразие потенциальных источников загрязнения и непредсказуемость места и срока аварий выдвигают проблему создания службы оперативного мониторинга в число наиважнейших, которая предусматривает разработку широкого комплекса реализующих ее методов, технических средств и технологий.

В системе оперативного мониторинга особая роль принадлежит дистанционным методам наблюдения, позволяющим установить не только факт

резкого изменения экологического состояния, но и оценивать пространственно-временные параметры этого изменения. Использование в гидрохимической практике дистанционных методов и средств осуществляется по нескольким направлениям: разработки методов проведения гидрохимических съемок с борта летательных аппаратов; разработки методов дешифрирования космической информации, получаемой с природоресурсных спутниковых систем; разработки методики использования дистанционной информации для определения концентраций оптически активных компонентов водной среды (определения температуры, минерализации, взвешенных минеральных и растворенных органических веществ, хлорофилла "а" фитопланктона). Не являясь альтернативой применяемым в мониторинге традиционным методам анализа, дистанционные методы дают возможность слежения за изменением быстро протекающих в водных экосистемах процессов в пространстве обобщенных оптических параметров, зависящих от сложившихся физических и химико-биологических условий.

Другое перспективное направление исследований связано с разработкой и совершенствованием автоматических многопараметровых анализаторов (типа АМА-201), предназначенных для функционирования в составе автоматизированных систем АНКЭС-ВГ. В настоящее время проводятся работы по созданию автоматической станции нового поколения для контроля загрязнения и сточных вод с блоком регистрации острой токсичности.

Крайне необходимы для целей оперативного мониторинга создание и внедрение экспресс-методов и тест-методов определения приоритетных загрязняющих веществ, позволяющих в полевых условиях быстро проводить полуколичественное определение на уровне высоких концентраций. Такие методы вместе со специальными техническими средствами-портативными анализаторами на основе фотометрии и ионометрии (фотокалориметр-денситометр в комплекте с набором реактивных бумаг, ИК-фотометр, иономер и др.) интенсивно разрабатываются под руководством института для широкого практического внедрения.

При оперативной оценке интенсивности антропогенного воздействия на экосистему важная роль принадлежит гидробиологическим методам. В настоящее время ведутся работы по разработке и совершенствованию методов, основанных на исследовании различных физико-биохимических показателей биоты. В частности, стоит задача разработки наборов методик биотестирования, которые в комплекте с методиками биоиндикации будут наиболее информативными при загрязнении водных объектов тяжелыми металлами и хлорорганическими пестицидами.

Проведенные эксперименты показали, что этим требованиям удовлетворяют методы биотестирования острой токсичности на дафниях, рыбах и методы индикации по ферментам сестона.

Решение стоящих перед гидрохимией задач позволит повысить эффективность функционирования системы мониторинга поверхностных вод суши России и создать научно-обоснованную базу как для ее дальнейшего совершенствования, так и экологического мониторинга, что, при условии тесного взаимодействия с системами охраны и управления водными ресурсами и выделения адекватных финансовых средств, безусловно будет способствовать стабилизации и снижению уровня загрязнения водных объектов.

SURFACE WATER QUALITY IN RUSSIA AND
IMPROVEMENT OF NATIONAL MONITORING
SYSTEM

*Doctor of science (geology and mineralogy),
professor, academician of RAN
A.M.Nikanorov
Hydrochemical Institute*

Worsening of ecological situation in Russian is related to the strategy of intensive development of economy, monopoly of industry exploiting natural resources, priority of extensive growth of industry, and inadequate measures taken to protect environment. Disbalance of economy in the recent years, loss of long-term economic relations, elimination of federal planning and insufficient funding of ecological programs stimulated serious ecological crisis in the country.

These problems are particularly urgent in relation to inland surface waters (freshwater): condition of large water bodies and small rivers is still quite unfavorable and in a number of economically developed regions water balance is critical. That concerns both quality and quantity. To solve the whole set of problems of rational use, protection, and management of water resources we need reliable information on water quality condition, their adaptive capabilities as well as the information on pollution sources. National monitoring systems were developed in many countries to obtain such data.

In Russia the function of such system is performed by Federal Service of Observations of Natural Environment (FSO) and inland surface water, in particular. The main purpose of the above monitoring system is to obtain reliable information on the quality of water bodies and streams using unified procedure, trends and prediction of its possible variations under the influence of economic activity, hydrometeorological factors and in case of emergency as well as to provide central federal, administrative and economic and all interested authorities with regime and short-term information.

The main principles of planning and conductance of surface water quality observations are their comprehensiveness and routine character, correlation, of the time of the conductance with typical hydrological situations, estimation of water quality parameters (physical, chemical, and biological) and hy-

Gorkovskoye reservoirs; 5-8 MAC of phenols for Kuybyshevskoe and Saratovskoe reservoirs; 5-11 MAC of copper compounds for Kuybyshevskoye, Saratovskoye, and Volgogradskoye reservoirs.

Intensification of processes of anthropogenic eutrophication is observed actually at all the Volga reservoirs. Even at the Ivanovskoye Reservoir there were registered variations in structural organization of phytoplankton and zooplankton communities typical for eutrophication. These variations included decrease in species diversity, suppression of the green algae group development and predominance of the blue-greens. There appeared a tendency to worsening of the condition of benthic fauna with signs of its ecological degradation.

From 2 to 9 MAC of ammonium and nitrite were registered in the Oka River water near the city of Kasymov; from 4 to 14 MAC of oil products were registered near the cities of Vyksa, Murom, and Dzerzhynsk. Concentration of ammonium nitrogen in the Moskva River near the cities of Moscow, Voskresensk, and Kolomna, and in the Pakhra River near Podolsk is from 6 to 12 MAC. During a number of years mean annual concentrations of major pollutants varied within the limits of 3 to 15 MAC in water of the Klazma near the cities of Zhelkova, Pavlovsky Pasad, Orekhovo-Zuevo, and Vladimir as well as in water of a number of rivers located in Ivanov, Ryazan, Orel, Nizhniy Novgorod and Tula oblasts, the most heavily polluted of which is the River Upa, c.Tula. Along the whole length of the Kama River annual concentration of natural bivalent manganese in water got stabilized at the level 8-15 MAC; copper compounds and phenols of anthropogenic origin got stabilized at the level 5-6 MAC. Dissolved oxygen deficit in water is typical for the Kamskoye and Votkinskoye reservoirs in the period of low water. Nizhnikamskoye Reservoirs is the most heavily polluted one of the Kama reservoirs where mean annual concentrations of oil products, copper compounds, and ammonium nitrogen exceed 10 MAC and maximum annual concentration is several dozens MAC.

The level of pollution with chlororganic pesticides in the Chapaevka River, c.Chapaevsk, has been extremely high for a number of years (0.984 ppb for HCCH and 0.200 ppb for DDT).

drological parameters using unified procedures or those providing appropriate accuracy in accordance with FSO objectives.

The network of regime surface water quality observations and water chemistry parameters in particular, includes (for 01.01.94) 1892 sites (2604 cross-section, 2907 verticals) located at 1326 water bodies. The programs of the work conducted at the sites of different categories envisage estimation in water samples of the list of priority parameters and substances (> 100) compiled with account of their distribution and toxicity as well as conformity with the demands of the monitoring problems solved and interests of water users.

The program of observations of hydrological network allows to obtain information providing the results of investigation of species composition, abundance of hydrobiota and their morphological description.

Generalization of surface water quality information obtained by the monitoring network is carried out by Hydrochemical Institute, Roshydromet. Analysis of condition and dynamics of surface water quality (based on annual and long-term data) is based on the most common and specific pollutants typical for some water bodies using mathematical statistics and integrated evaluations. In this case we use classification of water pollution rate based on the magnitudes of a combinatorial index with account a number of additional factors. According to this classification the whole range of composition and properties of water is divided into 5 classes: from "conventionally clean" to "extremely dirty".

The results of long-term observations of the monitoring network show that the surface waters of the Russia are actually polluted everywhere and that the most common pollutants detected in water bodies and streams are oil products, phenols, readily oxidizable organic, copper and zinc compounds, in some areas - nickel compounds, ammonium and nitrite nitrogen, specific pollutants: lignin, lignosulphonates, xatogenates, methylmercaptane aniline, chlororganic pesticides, sulfates, etc. Rate and character of pollution of water bodies varies within the wide limits; exceedance of MAC of pollutants in the country is the following: 47-63% for oil products, 45-685 for phenols, 26-275 for readily oxidizable organic (BOD_5), 23-345 for ammonium nitrogen, 18-275 for nitrite nitrogen, 74-81% for copper compounds, and 36-63% for

The level of the Chusovaya River (the Kama Basin) water pollution with copper compounds is constantly high (57-101 MAC) (c.Pervouralsk).

The above extremely high anthropogenic stress of water column of the streams in the basin stimulated marked development of macrophytic belt.

The Pacific Ocean Basin

The Amur River Basin The Amur water of along the whole length of the river from moderately polluted to heavily polluted. The highest level of water pollution in the river is registered near v.Bogorodskoye and c.Nikolayevsk, where maximum concentrations of copper are 80 MAC; zinc - 56 MAC (v.Bogorodskoye); and phenols - 90 MAC (c.Nikolayevsk). Based on water quality in the Ussuri River which has fishery importance, this river may be considered as moderately polluted content of pollutants in the river is 2-5 MAC; however, chlororganic pesticides were detected in some years. Water in some tributaries of the Ussuri is considered as polluted or heavily polluted. Anthropogenic stress on the rivers in Primorski Territory stimulated ecological degradation of aquatic ecosystems and sharp decrease in species diversity of periphytic and benthic communities.

Rivers of Sakhalin Water in most of Sakhalin rivers is considered as slightly polluted. Mean annual concentration of pollutants in water usually does not exceed 4-5 MAC; water in the Okhinka River, c.Okhta is considered as heavily polluted.

Rivers of Kamchatka Most common pollutants in water of Kamchatka rivers are phenols (3-7 MAC, based on mean annual concentrations; 20-30 MAC in the flood period). Concentration of other pollutants is insignificant and primarily lies within MAC limits. Most of water bodies are considered as clean and only some of them - moderately polluted. The data of routine integrated observations during the last 20-30 years indicates worsening of ecological condition of the lakes which is particularly serious at Lake Ladoga, Lake Onega, and Lake Baikal. Major problems of Lake Ladoga are related to growing impact of nutrients (phosphorus and organic nitrogen) upon the water body, that stimulated eutrophication: the lake became me-

zinc compounds. There is an annual tendency to increase the number of cross-sections where the level of water pollution is 10 MAC or higher.

Today many aquatic ecosystems are in the condition of ecological degradation both due to intensive anthropogenic eutrophication and toxic effect of the pollutants entering them. Structural transformations of phytoplankton communities occur at well water bodies and there is a tendency of periphytic community degradation. Modification of structural reconstruction of zooplankton community is marked at some water bodies.

Growth of anthropogenic impact upon environment is followed by transformation of surface runoff of chemical substances to seas and oceans, spreading of the processes of surface water acidification at vast of the country owing to non-point sources of sulphur and nitrogen and growth of their concentration in the atmosphere.

Below is the brief description of surface water quality status based on generalization of long-term water chemistry and aquatic biology information for some water bodies and streams in hydrographic areas of Russia.

The Baltic Sea Basin

The Neva River Water coming to the Neva from Lake Ladoga is polluted with organic and considerable quantity of pollutants is introduced to the River with its tributaries- the rivers Mga, Tosna, Izhora, Ohta, Slavyanka, etc. Phenols and copper compounds are detected along the whole length of the Neva and their MAC is exceeded in more than 50% of the samples taken. The highest levels of phenols in river water were measured in estuary where there were cases of extreme pollution (to 70 MAC near St.Petersburg) Extremely poor quality of the Ohta river water and low concentration of dissolved in water are quite common.

The Black Sea Basin

Non organized wastes of settlements and pollutants runoff from watershed areas and agricultural lands and areas used for recreations in particular, have serious effect on the river water quality at the Black Sea coast.

sotrophic out of oligotrophic. High concentrations of lignosulphonates, oil products, benzopyrene, 5 fold increase in the volume of bacterioplankton volume and 3 fold increase in zooplankton volume were registered during the last 30 years in some areas at the lake in water and bottom sediments.

High concentrations of dissolved oil products were registered in Lake Onega, which condition is better than that of Lake Ladoga. Particularly serious pollution of water and bottom sediments is registered in the Lake bays: Kandopozhskaya, Petrozavodskaya, and Svirskaya.

During the last 35 years Lake Baikal condition has been determined by the income of chemical substances with water flow of the Lake tributaries and < first of all, the Selenga and by the influence of waste waters and atmospheric emission of Baikal Pulp Mill. Lake Baikal is exposed to considerable impact of pollution (that concerns some parameters in its northern part where Baikal-Amur rail-road goes to the Lake ports.

The area of pollution in the point of BPM effluents discharge is 30 km²; however, the whole are of Southern Baikal is exposed to the influence of effluents and emissions of the mill. Gradual growth of the sulfate and chloride concentrations and sometimes, decrease in dissolved oxygen concentrations from 10-12 mg/l to 8-9 mg/l are marked in the Lake. In some areas of the Lake concentrations of oil products and phenols remain stable at the level of MAC and higher. Huge natural capacity of the Lake can survive accumulated changes in aquatic biocenosis so far. These changes are more clearly seen in the vicinity of BPM, in the northern part of the Lake, and at the Selenga River shallows.

Thus, at greater part of the territory of Russia Surface water pollution is quite serious and the situation is getting worse. Inefficiency of National Nature conservation System neglect of ecological problems, lack of means to provide normal functioning of National Monitoring System and development of investigation in this field may stimulate further degradation of aquatic ecosystem and, hence, "clean" water deficit.

More rigid demands of all branches of economy to the level of reliability, accuracy and expeditious of water quality information obtained in the frameworks of FSO dictate the necessity of further improvement of in-

The rivers Sotchi, Tuapse (c.Tuapse), and Mzymta (c.Adler) are exposed to the impact of organic waste.

The Azov Sea Basin

The Don River Basin Major sources of surface water pollution in the Don River Basin are the effluents of about 100 industrial enterprises, dozens of mines, agroindustrial complexes and feedlots as well as the irrigation systems and farms (total volume of industrial effluents is about 2000000 m³/day and municipal wastes - 1400000 m³/day). Common pollutants in the Don headwater are nitrite and ammonium nitrogen and sulfates (the most heavy pollution is registered at the portion of the river adjacent to the city of Donskoy).

At the portion of the Don River from the village of Kazanskaya to the city of Kalach-on-Don water pollution level for major pollutants is 1-2 MAC except for copper compounds which annual concentration reached 4-6 MAC in some years. The level from 4 to MAC of copper compounds is common for the Low Don. Every year the Tsymlyanskoe Reservoir water pollution with chlororganic pesticides at some cross-sections is registered. The Low Don and Tsymlyanskoe Reservoir ecosystem is primarily in the condition of anthropogenic stress. Some areas are characterized by the blue-greens "bloom". The most unfavorable condition is marked in the vicinity of the city of Volgodonsk where the proportion of organisms indicating high pollution level (to 50%) grows sharply in phytoplankton. Some signs of ecological degradation are observed at the portion of the Low Don adjacent to Rostov-on-Don.

Ecological condition of most of the rivers is worsening the most critical situation being observed at small rivers due to land plowing and great number of feedlots located at their banks.

The Kuban River Basin The Kuban River chemical composition in the upstream portion is primarily determined by the influence of tributaries with low mineral content; municipal wastes and wastes of enterprises producing fertilizer as well as the pollutants introduced with non-organized wastes of settlements, irrigation system discharges and fertilizers runoff from agricultural lands impact water quality downstream the river.

land surface water quality monitoring system and all links of this system (short-term monitoring, first of all) with high level of automation of investigations, optimal realization of the capabilities of surface and space devices for observations with appropriate level of integration of data banks for ecology of natural environments, planning and use water resources, etc. In this case, it is important to use all capabilities allowing to improve the monitoring system, experience of application home made and foreign monitoring system, results of theoretical investigations and applied developments.

The problem of improvement of inland surface water quality monitoring system is first of all related to the complexity of the object of monitoring, diversity of physico-chemical and biological processes occurring within aquatic ecosystems, variability of natural waters composition in natural conditions and when they are exposed to anthropogenic impact as well as necessity to take into account a great number of factors.

Water chemistry is bound to play very important role here. The fundamental objective of this field of knowledge is estimation of regularities of natural water chemical composition formation and its variations in time and space.

The above problem included a number of theoretical and applied directions, is a basis for solution of the problems of improvement of the present surface water quality monitoring system in the frameworks of FSO and development of the system of ecological monitoring intended to provide information for the management of nature conservation activity and ecological health the territory of Russia. Let us consider the most important directions of investigations carried out by Hydrochemical Institute.

One of the urgent problems of water chemistry is investigation of the processes occurring within the water bodies and having serious effect on the indices of chemico-biological condition of water bodies. Field ecological modelling is method to study the processes occurring within the freshwater bodies, recognized in our country and abroad. Hydrochemical Institute developed the concept of extensive application of this method as well as the corresponding methodology to carry out investigations and technical devices. The above concept assumes that diversity of the processes occurring

Typical substances polluting river water are oil products (8-9 MAC), copper compounds (6-13 MAC), nitrite nitrogen (within the limits 1-6 MAC). These high concentrations have adverse effect on aquatic biocenosis at some portions of the Kuban (the cities of Nevynomyssk, Slavyansk, and Temruk).

The Barentz Sea Basin

High level of water pollution is typical for small rivers of Kola Peninsula located in the zone of activity of two companies "Norilsky Nickel" and "Pechenga Nickel". The level of water pollution with copper and nickel compounds in some rivers is dozens and hundreds times as high as MAC. Such character and level of pollution is the reason of serious variation in the condition of ecosystem of many small rivers, i.e. ecological degradation and, first of all, bottom biocenoses.

The Severnaya Dvina Basin In winter and summer-fall periods when water level is high due to wind-induced flow from the sea the content of chlorides may increase to 6-7 g/l and salinity to 10-13 g/l in the outlets of the Maymax and Kuznechikha tributaries. In the recent years qualitative variations in the composition of plankton communities of aquatic organisms occurred. This stimulated ecological degradation, which was especially serious at the portion of the river near Archangelsk.

The most heavily polluted tributaries of the severnaya Dvina are the Puks with mean annual concentration of ammonium nitrogen and phenols higher than 50 MAC readily oxidizable organics and lignosulphanates - higher than 100 mg/l, the Sukhona, and Pelshma. High concentration of organics in the rivers causes decrease in dissolve oxygen concentration in water and formation of hydrogen sulphide. Plankton communities of the Sukhona River ecosystem at the reaches near the cities of Sokol and Veliky Ustug are in the condition of ecological degradation.

The Kara Sea Basin

The Ob River Basin The Ob River from mouth to estuary is polluted by phenols and oil products, especially in the area of large industrial centers. Along the Whole length of the river its water may be considered slightly

within the water-bodies are to be considered in the light of two major process: chemico-biological processes simulated with a help of mesocosm and hydrodynamic processes simulated with a help of artificial markers.

Long-term experimental works at different water bodies allowed to get bulky representative material on the processes of transformation and/or detoxication of priority pollutants and eutrophication processes and to formulate the concept of buffer capacity and resistance of freshwater ecosystems to various pollutants. Application of mesocosms to study the processes of self-purification and toxic effect of pollutants on aquatic ecosystems, study of dispersion of the values of the parameters registered and contribution of its component have good prospects.

To study hydrodynamic processes the Institute develops the methods and technical devices for field physical modelling using a new type of inexpensive ecological and sanitary safe markers allowing to work with considerable dilutions (up to 10^{13} time and more). Simplicity of methodology and good results provided by physical modelling, possibility of simultaneous use of several fluorescent indicators of different color stipulate wide possibilities application of this method both for the study of dynamic process and short-term monitoring of extreme pollution of water bodies and identification of pollution sources.

Analysis of chemical composition of waters and bottom sediments is very important for evaluation of surface water quality determined by water chemistry parameters. A wide range of analytical procedures allowing to solve various problems, of control of water body pollution and investigation of the processes occurring within the water bodies was development for this purpose.

In the conditions of anthropogenic impact upon water bodies thousands of individual pollutants of different toxicity and persistency may be introduced to water bodies. Many of these pollutants were detected in water experimentally. Thus, it actually impossible to carry out a complete analysis of water composition for individual compounds and, moreover, for the forms of their existence and movement. The problem was solved with estimation of priority to control the list of substances based on their distribution, and range of concentrations. This list of physical and chemical parameters used for development of the programs of network observa-

polluted, at some portions - polluted (from the city of Surgut to the city of Polnovat) and heavily polluted (c.Kolpashevo, v.Alexandrovskoye).

In the area adjacent to big cities the Ob River waters is polluted with oil products, phenols, copper and iron compounds, pesticides and may be considered as heavily polluted - the Irtysh River, c.Tobolsk; the Tura, c.Tumen; the Missa, c.Chelyabinsk; extremely polluted - the Tobol, c.Tobolsk and its tributaries; the Tura, c.Verkhneturie, c.Turinsk; the Salda. The highest level of the Iset River water pollution near the cities of Ekaterinburg and Aramil where the presence of hydrogen sulphide and arsenic was registered. There were also the cases of dissolve oxygen deficit in water. Water in the rivers Nitza, Neiva, Pyshma, Kunara, Lala as well as the Tagil River near the cities of V.Tagil and N.Tagil may be considered as extremely polluted.

The Yenisey River Basin Common pollutants in the river basin water are oil products, phenols, compounds of copper, zinc, etc. In upper and mid portion of the Yenisey mean annual concentrations of oil products are 13-15 MAC.

At the portion downstream the city of Krasnoyarsk the river is exposed to most considerable anthropogenic impact related to the effluents of a great number of industrial enterprises; lignosulphonates, urea, xantgenates, cyanides, and rodanides can occasionally be found in water. Aquatic biocenoses at this portion of the river are in the condition of ecological degradation; the organisms which prefer clean water and periphytic and zoobenthic communities may disappear.

Downstream the river the pollution level of the Yenisey River water grows and it is considered as heavily polluted at some portions.

High concentration of phenols (21-28 MAC) are common for the tributaries of the upper Yenisey at the territory of Tuva Republic. The level of pollution of its tributaries at the territory of Hakassy is high as well. Water in these tributaries is considered either as polluted or heavily polluted.

Pollution level in the Angara River and its tributaries within the wide limits, the rivers Kamenka and Chadobetz being most heavily polluted. This is the reason why the ecosystem of the Angara River and its tributaries is in the condition of ecological degradation.

Water bodies and streams in the basin of the Pyasina River are heavily polluted with

tions includes the following groups: - general parameters; -major mineral components; - toxic metals; - compounds of nutrients; - parameters describing total content of inorganic matter in water: specific organic pollutants (oil products, pesticides, phenols, surfactants, PCB, polychlorinated bibenzodenes, etc.).

Development of instrumental physico-chemical methods allowed to widen the possibilities of water analysis. Today, combination of the methods and technical devices primarily provides control of priority list of water quality indices. However, intensive development of instrumental methods is always related to new problems in the field of water analysis, though the prospects are good enough.

The growing number of critical ecotoxicological situations at water bodies related to accidental pollution due to unprojected waste water discharge, great diversity of potential sources of pollution and impossibility to predict the place and date of accidents demand development of short-term monitoring. To realize this, we should have a whole set of methods, technical devices, and knowhow.

Special role in the system of short-term monitoring belongs to remote sensing that allows to register sudden variation in ecological condition and to evaluate spacial and temporal parameters of this variation as well. Remote sensing in water chemistry is carried out in several directions: development of the methods of water chemistry surveys aboard the aircrafts; development of the methods for decoding of space information obtained from satellite systems prospecting natural resources; development of the procedure for using remote sensing information for estimation of concentrations of optically active components of aquatic medium (estimation of temperature, salinity, dissolved solids, and chlorophyll "a" in phytoplankton). Remote sensing which is not alternative to traditional analytical procedure used in monitoring, allows to track the variation in the processes quickly occurring within the ecosystems in the space of generalized optical parameters to existing physical and chemico-biological conditions.

Another promising direction in investigations is related to the development and improvement of automatic multiparameter analyzers (such as AMA-201) intended for functioning within automated systems ANCOS-VG. Now, automatic station of new generation to

compounds of nickel, copper, zinc, nitrogen, and oil products (9-30 Mac) (the influence of the "Norilsk Nickel" Company).

The East Siberian Sea Basin

The Lena River Basin Water in the Lena River and its tributaries may be considered as moderately polluted (high concentration of phenols and oil products in water). The highest concentration of phenols (up to 17 MAC) in the Lena water is usually observed in the period of flood; concentrations of copper and zinc compounds may be 12-16 MAC which is related to solubility of minerals paving the river bed and thawing of permafrost layer enriched with microelements.

Most of the rivers in the Lena basin may be attributed to moderately polluted - mean annual concentration of pollutants (oil products, compounds of metals, etc) does not exceed 5-7 MAC.

The Kolyma River Basin The Kolyma and its tributaries are polluted with suspended solid soil products, phenols and ammonium nitrogen especially in the period of flood when maximum concentrations reach 123-414 mg/l for suspended solids; 70 MAC for copper compounds; and 9 MAC for ammonium nitrogen.

The Caspian Sea Basin

The Volga River Basin Cascade of the Volga reservoirs is characterized by high concentrations of oil products, copper compounds and phenols (1-4 MAC) in water. In some years there was registered higher level of pollution with oil products (4-10 MAC) for Ivanovskoye, Uglichskoye, Rybinskoye, and

control pollution and waste waters with a unit for registering acute toxicity is being developed.

Development and implementation of quick screening methods and tests for estimation of priority pollutants which allow fast semi-quantitative measurement of high concentrations in the field, are critically important for short-term monitoring. Such methods alongside special technical devices: portable analyzers based photometry and ionometry (photocolorimeter-densitometer with a set reactive paper, IR-photometer, ionometer, etc.) are being intensively developed under the leadership of the Institute for wide practical implementation.

Aquatic biology methods are very important for short-term evaluation of the intensity of anthropogenic impact upon the ecosystem. Today, the methods for investigation of various physico-biochemical parameters of biota are being developed and improved. In particular, there is a problem of development of a set of procedures for biotesting which when combined with bioindication procedures, will be most informative in case of water body pollution with heavy metals and chlororganic pesticides.

The experiments carried out, indicated that the methods of biotesting of acute toxicity in Protozoa and fish and the method of indication based on sestone enzymes, satisfy these demands.

Solution of water chemistry problems will allow to improve inland surface water monitoring system of Russia and develop scientifically valid basis both for its further improvement and ecological monitoring that, in case of close cooperation with the system of protection and management of water resources and adequate financial support, will certainly provide stability and decrease of the level of pollution of water bodies and streams.

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
16 АЗОТ- И ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ
ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ ПРИРОДНЫХ
ВОДОЁМОВ

*Новикова К.Ф., к.х.н.,
Мельцер Ф.Р., Алдошина Т.В.
Научно-исследовательский институт
химических средств защиты растений*

Разработан метод определения 16 фосфо-
роорганических (ФОП) и азотсодержащих
(АСП) пестицидов в воде природных водо-
ёмов. В число исследуемых пестицидов вхо-
дят карбофос (малатион), метафос (метил-
паратрион), диазинон, диметоат, китазин-П,
фталофос (фосмет), трихлорметафос-3, атра-
зин, симазин, пропазин, прометрин, мета-
лаксил, триадименол, триадимефон, азовит,
пропиконазол. Возможность попадания этих
соединений в воду обусловлена как наличи-
ем производства их в России, так и их
применением в сельском хозяйстве. В связи
с низкими предельно допустимыми концен-
трациями (ПДК) ФОП и ряда АСП в воде
природных водоёмов необходимы высоко-
чувствительные и селективные методы их
определения.

Рассматриваемый метод включает экс-
тракцию пестицидов из образцов воды хлоро-
формом, фракционное жидкостное разделе-
ние полярных и неполярных пестицидов и
определение последних газожидкостной хро-
матографией с использованием трёх набив-
ных колонок различной полярности, термо-
ионного детектора (ТИД) и детектора по
захвату электронов (ДЭЗ). Степень опреде-
ления ФОП и АСП варьируется в пределах
75,2–95,4% с нижним пределом определения
0,02–0,5 мкг/л.

Фракционное разделение полярных и не-
полярных пестицидов, ГЖХ с использова-
нием трёх колонок, ТИД и ДЭЗ существенно
снижают риск неправильной идентификации
пестицидов.

GAS CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION
OF 16-NITROGEN AND PHOSPHORUS-
CONTAINING PESTICIDE
IN SURFACE WATER

*Novikova K.F., Ph.D.,
Meltser F.R.,
Aldoshina T.V.
Research Institute for Plant
Protection Chemicals.*

A method for the determination of 16
organophosphorous (OPP) and nitrogen (ONP)
pesticides in surface water is reported. The
pesticides discussed in this paper include
carbofos (malathion), metaphos (paration-me-
thyl), diazinon, dimethoate, kitazin-P, phthalofos
(phosmet), trichlormetaphos-3, atrazine, sima-
zin, propazine, prometryn, metalaxyl, triadime-
nol, triadimefone, azovit, propiconazole. The
occurrence of these compounds in water se-
ems to be related to their production in Russia
as well as to their uses. Due to the low
limit admissible concentration (LAC) OPPs
and some ONPs in surface water, selective
and sensitive analytical methods are required.

The procedure involves the extraction of
the samples of water with chloroform, liquid-
liquid fraction separation the polar and non-
polar pesticides. Each fraction is analysed by
gas chromatography (GC) on three packed
columns of different polarity using a nitro-
gen-phosphorus detector (NPD) or electron-
capture detector (ECD). Recoveries of OPPs
and ONPs at fortification levels ranges from
75.2 to 95.4% with detection limits from
0.02 to 0.5 µg/l.

The fraction separation of the polar and non-
polar pesticides, GC with three columns, NPD
and ECD detectors, substantially decreases
the risk of false-positive identifications of
pesticides.

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ
КАЧЕСТВА ГРУНТОВЫХ И
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД г.ВЛАДИМИРА

*Ольшевский М.В., Подгорнова
Г.А., Мищенко Н.В., Родионов А.А. Владимир-
ский Государственный Технический
Университет город Владимир*

В настоящее время начинает заметно проявляться эффект экологического бумеранга вследствие деграционных процессов в природе, происходящих в процессе неконтролируемой техногенной деятельности.

С целью охраны грунтовых вод города и предотвращения их дальнейшего загрязнения проведено комплексное исследование качества воды родников и колодцев, ручьев и малых рек г.Владимира и его пригородов. Эколого-социологическое обследование показало, что четвертая часть населения города и его пригородов предпочитает в качестве питьевой воду естественных родников и колодцев.

В течение 1991-1993 годов систематически обследовано свыше 70 источников. Работа выполнена на базе передвижной лаборатории контроля качества воды и стационарных аналитических лабораторий университета и областного центра санитарно-эпидемиологического надзора. Частота взятия проб лимитировалась объемом анализов и необходимостью сезонного наблюдения за изменением содержания ингредиентов. Информационная база мониторинга качества грунтовых вод - представлена результатами анализов более чем 270 проб на содержание 17 ингредиентов и физико-химических показателей:

температура, водородный показатель (рН), светопропускание, электропроводимость, жесткость, БПК, ХПК, содержание азота нитратов, нитритов и аммония, а также железа, цинка, марганца, меди, хрома, кадмия, свинца, ртути, хлоридов, сульфатов и др.

Отбор проб и определение химического состава проводили согласно требованиям ГОСТ 2974-82, ГОСТ 24481-80, ГОСТ 2874-82.

Общую оценку качества воды проводили по лимитирующим показателям: органолептическому, общесанитарному и токсикологическому.

CHEMICO-ECOLOGICAL MONITORING OF
GROUND AND SURFACE WATER QUALITY OF
VLADIMIR

*Olshevsky M.V., Podgomova
G.A., Mishchenko N.V., Rodionov A.A. Vladimir
State Technical University town of Vladimir*

At present an effect of ecological boomerang is observed as a result of degradation processes occurring in nature due to uncontrolled technogenic activity of man.

Complex investigation of water quality from springs, wells, streams and small rivers of the town of Vladimir and its suburbs has been carried out. It has been aimed at ground water protection and prevention of further contamination. This investigation shows that one fourth of population of the town prefers to use portable water from springs and wells.

More than 70 water sources have been investigated from 1991 to 1993. This investigation has been carried out using the movable laboratory of water quality control and stationary laboratories of the University Regional Sanitary Agency. The sampling frequency has been limited by sites analysed and necessity of season observations due to changes of ingredients content. Information data of monitoring ground water quality incorporate the results of analyses of more than 270 water samples. This analyses have been carried out to define 17 ingredients and such indices as:

temperature, pH, transparency, electroconductivity, hardness, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, as well as nitrate, nitrite, ammonium, iron, zinc, manganese, copper, chromium, cadmium, lead, mercury, chloride and sulfate content in water.

Water sampling and determination of its chemical composition have been implemented in accordance with such State Standard as: 2974-82, 2481-80, 2874-82.

Organogenic, sanitary and toxicological indices have been taken into account while giving general estimate of water quality.

Анализ полученной информационной базы позволил определить аномалии загрязнений и их источники. С целью научной проработки проблемы взаимодействия поверхностных, грунтовых и подземных вод, а также условия миграции загрязняющих веществ проведена оценка гидрохимического состояния водоносных горизонтов, изучено санитарное состояние водоохраных зон, установлены зоны технического воздействия, составлена карта-схема расположения водоисточников и качества воды.

Изучение динамики загрязнения грунтовых и поверхностных вод и прогнозирования изменения их качества связывается с состоянием атмосферы и почвенного покрова городской территории.

Интенсивное техническое воздействие на окружающую природную среду привело в отдельных случаях к необратимому ухудшению качества грунтовых вод, например по содержанию марганца, висмута, железа и некоторых других ингредиентов.

В то же время, административно-правовая защита городских территорий, определение и охрана водосборных зон, проведение гигиенических и других мероприятий позволяет предотвратить дальнейшее загрязнение водоемов. Для этого администрации города предложен ряд мероприятий: инвентаризация всех источников грунтовых вод, их паспортизация и закрепление за соответствующими службами коммунального хозяйства, принятие решения о введении и охране водосборных территорий и проведения санитарно-эпидемиологического контроля за их состоянием, доведения экологической информации через местную печать, телевидение, радио до населения города, организация и проведение санитарной очистки водохранных территорий и систематического контроля за качеством вод, привлечение органов экологической прокуратуры и природоохранных служб города к предотвращению случаев дальнейшего загрязнения территории, происходящих вследствие бесхозяйственной деятельности частных и государственных организаций.

Analysis of obtained information data enables to determine anomalies of contamination and their sources. In order to study the problem of interaction of surface and ground waters and transfer of contaminations the estimate of hydrochemical composition of aquifers, sanitary condition of water protection areas have been made. The scheme of water source location has been made up and zones of technical impact have been established well.

Investigation of dynamics of surface and ground water contamination and forecasting of its change is closely linked with the state of the atmosphere and soil cover of the town territory.

Intensive technical impact on the environment has resulted in irreversible deterioration of ground water quality as far as manganese, bismuth, iron ingredients are concerned.

Therefore such measures as law protection of town areas, determination and protection of catchment zones will enable to prevent further contamination of water bodies.

For this purpose the following measures would be taken: taking stock of all ground water sources, their certification and making them a part of municipal service, taking decisions regarding introduction and protection of catchment areas, carrying out public about ecological situation through newspaper, television and radio, carrying out sanitary treatment of waterprotection zones, getting involved our prosecutor department and nature protection agencies to prevent cases of further contamination as a result of careless activity of man and other utilities.

МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННАЯ ОСНОВА
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОТРАСЛИ
ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

*Островский Г.М.,
кандидат географических наук
Кукош В.С.,
инженер
(Комитет Российской Федерации по водно-
му хозяйству)*

В Российской Федерации создается Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Эта система строится на природно-ресурсном принципе (атмосфера, земля, водные объекты, недра, растительный и животный мир).

Идеология и методология организации и функционирования ЕГСЭМ и всех ее базовых природно-ресурсных подсистем основывается на конечной цели, которой является создание необходимой и достаточной информационной базы для обеспечения устойчивого развития, благоприятных условий жизни и деятельности населения Российской Федерации.

Исходя из естественной взаимосвязи всех природных вод и главной задачи - улучшения их состояния, обеспечения безопасных условий водоснабжения, водообеспечения и водопользования, а также защиты населения и народохозяйственных объектов от вредного воздействия вод, составной частью ЕГСЭМ, ее базовой подсистемой является мониторинг водных объектов.

1. Структура мониторинга водных объектов.

Мониторинг водных объектов включает в себя следующие государственные подсистемы:

поверхностных вод (Росгидромет);
морской среды (Росгидромет);
подземных вод (Роскомнедра);
водохозяйственных систем (Роскомвод);
источников антропогенных воздействий на водные объекты (Минприроды России, Роскомвод).

1.1. Мониторинг поверхностных вод и морской среды Росгидромета.

Мониторинг поверхностных вод Росгидромета включает:

пункты наблюдений за гидрологическим и гидрохимическим режимами водных объектов в территориальных управлениях по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
гидрохимические и гидробиологические лаборатории;
центры по мониторингу загрязнения природной среды в территориальных управлениях;
научно-исследовательские учреждения Росгидромета, осуществляющие научно-методический контроль наблюдательной сети, анализирующие данные режимных и оперативных наблюдений, осуществляющие исследования по проблемам загрязнения природной среды.

Сеть пунктов гидрологических наблюдений предназначена для получения данных о состоянии водных объектов суши и о водных ресурсах, необходимых для изучения пространственно-временных закономерностей гидрологического режима и обеспечения прогнозирования опасных гидрологических процессов. В настоящее время гидрологический мониторинг Росгидромета осуществляется на 3668 пунктах, расположенных на реках, озерах, водохранилищах, крупных каналах, болотах.

По целевому назначению гидрологическая сеть делится на режимную и информационную.

Сеть пунктов морских гидрометеорологических наблюдений предназначена для исследования явлений и процессов, протекающих на поверхности и глубинах морей и океанов, взаимодействия их с атмосферными процессами, а также химического состава вод морей и океанов. В состав морской сети входят береговые пункты наблюдений, островные станции, станции (посты) на искусственных морских сооружениях, а также на судах Росгидромета.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям ведутся на 1175 водотоках и 151 водоемах. Отбор проб воды ведется в 1892 пунктах (2604 створах) по физическим и химическим показателям с одновременным определением гидрологических ха-

рактистик. За 1993 год отобрано и проанализировано около 30000 проб воды, выполнено более 780000 определений по 113 показателям.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям охвачено 190 водных объектов, на которых расположено 438 створов контроля из числа гидрохимических створов. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей. В 1993 г. было отобрано и обработано более 7100 проб.

Наблюдения за загрязнением морей по гидрохимическим показателям производится на 11 морях, омывающих территорию России. Отбор проб ведется на 621 морском пункте наблюдений. В 1993 г. было выполнено около 100 тыс. измерений по 24 ингредиентам.

Наблюдения за загрязнением морей по гидробиологическим показателям проводятся на 11 морях. При этом в 1993 г. отобрано и обработано более 3000 проб по 12 показателям на 327 морских станциях.

1.2. Мониторинг подземных вод Роскомнедра.

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений, оценки и прогнозирования состояния подземных вод под воздействием природных и антропогенных факторов.

К изучаемым объектам относятся природные подземные водные объекты и природно-технические системы: гидрогеологические структуры; водосборные бассейны и их части; эксплуатируемые и неэксплуатируемые месторождения подземных вод; водозаборы подземных вод; урбанизированные территории; участки техногенного загрязнения, оказывающие влияние на состояние подземных вод.

К объектам обобщения относятся территории, по которым проводится систематизация информации, включая оценку состояния подземных вод и прогнозирование его изменения. Кроме отдельных природных объектов и природно-технических систем и их частей, к объектам обобщения относятся территория России в целом, территории отдельных субъектов Федерации, зон экологических катастроф, экономических районов, а также другие тер-

ритории с заранее нерегламентированными границами.

Мониторинг подземных вод осуществляется путем:

- организации и проведения наблюдений с целью получения информации о показателях, характеризующих состояние подземных вод и протекающих в подземной гидросфере техногенных процессов, включая информацию об источниках антропогенного воздействия на подземные воды, определяющие поступление или изъятие воды из подземных водных объектов и изменение условий их формирования;

- учета использования подземных вод;

- учета эксплуатационных запасов подземных вод;

- сбора и обработки данных наблюдений и учета подземных вод. В результате анализа и обработки данных мониторинга подземных вод осуществляется:

- оценка состояния подземных вод по количественным и качественным показателям и контроль за соответствием этих показателей требованиям нормативов и стандартов;

- прогнозирование изменения состояния подземных вод;

- информационное обеспечение запросов о состоянии подземных вод;

- разработка рекомендаций по рациональному использованию и охране подземных вод и оценка эффективности проводимых мероприятий.

Сеть пунктов наблюдений на режимом подземных вод в 1993 г. насчитывала около 18000 постов.

1.3. Мониторинг водохозяйственных систем Роскомвода.

Водохозяйственный мониторинг Роскомвода характеризует источники антропогенного воздействия на природные водные объекты, связанные с водохозяйственной деятельностью. К таким источникам относятся:

- источники, связанные с поступлением в водные объекты токсичных и вредных веществ (сооружения по сосредоточенному сбросу используемых вод, а также рассредоточенные источники загрязнения природных вод);

- источники, приводящие к количественным изменениям природных водных ресурсов

(сооружения по водозабору из поверхностных и подземных водных объектов); источники, связанные с изменением естественного состояния и режима формирования водных ресурсов (гидротехнические системы и сооружения).

На всех указанных источниках антропогенной деятельности организуются наблюдения по количественным и качественным параметрам, включая гидрохимические и гидробиологические характеристики.

Наблюдения за рассредоточенными источниками загрязнений включают оценку выноса загрязняющих веществ от:

- многолетних сельскохозяйственных насаждений;
- пашни;
- объектов животноводства;
- хранилищ сельскохозяйственных удобрений и ядохимикатов;
- территорий населенных пунктов;
- территорий промышленных предприятий;
- свалок;
- накопителей жидких отходов;
- отвалов горных пород;
- дренажных систем;
- транспортных объектов (железные и автодороги, аэродромы, трубопроводы и коллекторы, акватории портов);
- рыбоводные пруды.

Информация о параметрах рассредоточенных источников загрязнения водных объектов формируется в двух видах:

- данные о фактическом выносе загрязняющих веществ;
- данные о возможности аварийных ситуаций и их вероятных параметрах.

Система стационарных источников водозабора и сброса сточных вод контролируется данными государственной статистической отчетности и охватывает по состоянию на 1993 год более 52 тысяч водопотребителей и около 1600 водохранилищ объемом более 10 млн. куб. м.

По данным водохозяйственного мониторинга с учетом материалов систем наблюдений за поверхностными водами и морями (Росгидромет) и подземными водами (Роскомнедра) осуществляется информационное обеспечение для принятия управленческих решений по следующим основным направлениям:

пропуск половодий и паводков через системы водохранилищ;

предупреждение затоплений населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий;

разработка государственных целевых программ водообеспечения населения и народного хозяйства;

установление лимитов водопотребления и водоотведения и выдача лицензий на пользование водными объектами;

проведение государственного контроля за использованием и охраной водных объектов, техническим состоянием и эксплуатацией объектов водного хозяйства;

осуществление восстановительных работ при наступлении аварий на водных объектах (прорывы плотин, аварийное загрязнение вод).

2. Уровни мониторинга водных объектов и решаемые ими задачи

При ведении мониторинга водных объектов осуществляется взаимодействие с подсистемами:

- картографического и геодезического обеспечения (Роскартография);
- метеорологического обеспечения измерений (Госстандарт России);
- аэрокосмических средств и систем наблюдений (Минобороны России, Росгидромет);
- связи и коммуникаций (Роскоминформ).

Координацию деятельности базисных подсистем мониторинга водных объектов осуществляет Роскомвод - ведомство, ответственное за использование, охрану, восстановление водных ресурсов и водных объектов, обеспечение на этой основе населения и народного хозяйства качественной водой.

Каждым из перечисленных выше федеральных органов управления и его бассейновых (региональных) органах осуществляется информационное взаимодействие в рамках единой рассредоточенной базы данных мониторинга водных объектов. Состав и сроки взаимно предоставляемой информации определяются двух- и (или) многосторонними соглашениями. Передача информации осуществляется безвозмездно.

Мониторинг водных объектов взаимодействует с системой по чрезвычайным ситуациям России. При возникновении чрезвычайных ситуаций, связанных с водными

объектами, мониторинг водных объектов функционирует как информационная подсистема Министерства по чрезвычайным ситуациям России.

2.1. Территориальный уровень.

Территориальный уровень мониторинга образуется на базе систем мониторинга территориальных органов федеральной исполнительной власти, систем мониторинга органов власти субъектов федерации, предприятий, организаций и их объединений. Главной целью организации и функционирования территориального уровня мониторинга водных объектов является создание и функционирование системы регулярных наблюдений за состоянием водных объектов, оперативной обработки получаемых данных и доведения информации до государственных органов и местной исполнительной власти, принимающих решения по управлению водохозяйственным комплексом территорий и речных бассейнов.

Территориальный орган мониторинга водных объектов обеспечивает:

- определение состава и сроков информации, исходя из принимаемых решений;
- организацию службы наблюдений и контроля собственных систем;
- организацию информационного взаимодействия с системами наблюдений и контроля за водной средой в пределах обслуживаемой территории независимо от ведомственной принадлежности предприятий;
- сбор, обработку, интеграцию и анализ данных о состоянии водных объектов и источников антропогенного воздействия на них в пределах территории;
- контроль выполнения региональной программы мониторинга водных объектов, разработку предложений по ее корректировке и развитию;
- прогнозирование изменений водохозяйственной и экологической обстановки в пределах территории, оценку ущерба, наносимого водной среде антропогенной деятельностью;
- информационное обеспечение о возникновении чрезвычайных экологических ситуаций на водной среде, а также негативных изменений водной среды в результате хозяйственной деятельности;

информационное сопряжение на территориальном уровне с ЕГСЭМ и с Российской системой по предупреждению и действиях в чрезвычайных ситуациях (РСЧР);
подготовку аналитических обзоров о водохозяйственной и экологической обстановке на территории для органов власти и государственного управления, а также населения и общественности;
информационное взаимодействие со структурами мониторинга бассейнового (регионального) и федерального уровня;
контроль мониторинга воздействия водопользователей, который ведется за счет средств водопользователей и организация информационного взаимодействия с водопользователями.

2.2. Бассейновый (региональный) уровень.

Целью функционирования бассейнового (регионального) уровня мониторинга водных объектов является сбор и обобщение информации о состоянии водных объектов бассейна реки для решения задачи управления водохозяйственным комплексом речного бассейна (региона), обеспечения надежного водоснабжения населения и отраслей народного хозяйства, восстановления нормативного качества водных объектов, предотвращения вредного воздействия вод.

На бассейновом (региональном) уровне обеспечивается:

определение состава и сроков информации о водных объектах;

разработка, рассмотрение и подготовка утверждения бассейновых (региональных) программ мониторинга водных объектов и реализация принятых программ;
информационное обеспечение федеральных и бассейновых программ водообеспечения и восстановления качества водных объектов;

информационное обеспечение регулирования половодий и паводков, бассейновых программ защиты от вредного воздействия вод;
передача информации о состоянии водных объектов на федеральный уровень мониторинга.

2.3. Федеральный уровень.

Федеральный уровень образуется центральными органами федеральной исполнительной власти. На этом уровне решаются следующие основные задачи:

определение состава и сроков наблюдений за водными объектами;

интегрируется информация, получаемая на уровне

территориальных и бассейновых (региональных) подсистем;

обеспечиваются информацией федеральные органы исполнительной власти для подготовки и принятия решений в области водообеспечения населения и народного хозяйства, охраны водных ресурсов, восстановления водных объектов, предотвращения вредного воздействия вод, обеспечения экологической безопасности,

организуется разработка федеральных программ мониторинга, обеспечивается подготовка их рассмотрения и утверждения, а также организуется контроль за их реализацией;

3. Экономическая эффективность от использования данных мониторинга водных объектов.

Экономический эффект от функционирования системы мониторинга водных

объектов определяется за счет части предотвращаемых ущербов от:

антропогенного воздействия на водные объекты;

возникновения чрезвычайных экологических ситуаций;

паводков и подтоплений.

В общем виде алгоритм расчета экономического эффекта от использования данных мониторинга водных объектов выражается формулой:

$$\mathcal{E} = Y - Z \quad (1);$$

где \mathcal{E} - экономический эффект; Y - стоимость предотвращенного ущерба от использования данных мониторинга;

Z - приведенные затраты на создание и функционирование мониторинга водных объектов, рассчитываемые по формуле:

$$Z = (И + Ен \cdot К) \quad (2);$$

где $И$ - эксплуатационные издержки; $Ен$ - нормативный коэффициент экономической эффективности равный 0,12;

$К$ - капитальные вложения в создание мониторинга водных объектов.

По расчетам, проведенным за 1991-1993 годы, затраты на создание и функционирование мониторинга водных объектов окупаются в течение 3-х лет.

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Палкин Сергей Владимирович, главный гидрогеолог, Уральский геологический комитет, г. Екатеринбург;

Рыбникова Людмила Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, начальник центр Уралгидромониторинг, Уральский геологический комитет, г. Екатеринбург.

Значение подземных вод как наиболее защищенного источника питьевого водоснабжения, во многих случаях экологически чистого, возрастает в последнее время, когда антропогенное воздействие на окружающую среду достигло угрожающих размеров. Кроме того, откачка подземных вод, в ряде районов весьма интенсивная, особенно связанная с горными работами, приводит к изменению ландшафта, трансформации поверхностного стока, формированию вод азонального гидрохимического облика.

В связи с этим актуальной является организация рационального использования и охраны водных объектов, что может быть реализовано только на основе системы управления ресурсами и запасами подземных вод, их режима и качества. Мониторинг подземных вод должен обеспечить систематические наблюдения и контроль за состоянием подземных вод, и в конечном итоге объективный прогноз возможного развития негативных процессов для своевременного принятия мер по их предотвращению и снижению уровня экологических последствий.

Создание системы мониторинга геологической среды базируется на результатах проведения геоэкологических съемок наиболее неблагоприятных площадей: Свердловской, Тагильской, Серовско-Карпинской. По их результатам может быть обосновано проведение мониторинга в пределах ключевых объектов в районах с максимальной антропогенной нагрузкой.

В пределах Свердловской и Курганской областей в систему государственного мониторинга подземных вод включены два типа объектов. Первый охватывает природные водные объекты, характеризующие состояние подземных вод в естественных условиях и отражающие условия формирования подземных вод в различных гидрогеоло-

GROUND WATER MONITORING IN THE MIDDLE URALS

Palkin Sergey Vladimirovich, chief hydrogeologist, Urals geological committee, Ekaterinburg;

Ribnikova Ludmila Sergeevna, doctor of geology, chief of Urals center of ground water monitoring, Urals geological committee, Ekaterinburg.

The meaning of ground water as the most defended source of drinking and service water supply has been increasing recently, when the influence on the environment has reached the threatening size. Besides, ground water extraction, in some regions rather intensive, leads to changes of landscape, transformation of surface flow, forming of water of azone hydrochemical composition.

In connection with this situation it is an urgent issue to organize the rational use and protection of the water objects that may be realized only through a control system for ground water resources and storage, their regime and quality. The ground water monitoring should provide a systematical observation and control of ground water conditions and as a result the objective prediction of possible progress of negative processes for taking timely measures for their prevention and reducing possible ecological consequences.

The creation of the geological environment monitoring system is based on the results of geoecological mapping of the worst areas such as Sverdlovsk, Tagil, Serov-Karpinsk. Based on their results it is sensible to conduct monitoring within the key objects in the region with severe technical load.

Within Sverdlovsk and Kurgan regions two types of the objects are included in the state monitoring system. The first type covers the natural water objects characterizing the natural ground water condition and reflecting the ground water forming under different hydrogeological conditions. Nine posts are

гических условиях. Уже функционирует 9 постов, планируется создание еще 6. Информация, полученная на природных водных объектах, позволит выявить направленность протекающих в подземной гидросфере процессов под влиянием глобального антропогенеза.

Второй тип приурочен к природно-техногенным водным объектам, испытывающим значительное антропогенное влияние. В составе природно-техногенных водных объектов наиболее пристальным вниманием пользуются такие, которые характеризуются весьма сложными условиями формирования и повышенным экологическим риском, а также имеют важное значение для населения. В их число входят:

- водозаборы подземных вод, обеспечивающие централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение городов с населением более 100 тысяч человек (Серовский, Каменск-Уральский полигоны);
- водозаборы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 30-километровой зоне Белоярской атомной электростанции (Белоярский полигон);
- уникальные месторождения подземных вод - по масштабам, ценности или сложности гидрогеологических условий (Шадринский, Нижне-Сергинский полигоны);
- экологически чистые водозаборы подземных вод.

Состав наблюдений, их объем и периодичность для каждого из объектов определяются самостоятельно. Для природных водных объектов периодичность контроля зависит от закономерностей естественного режима и в общем случае может быть посезонной. Дополнительные компоненты, подлежащие контролю, определяются в зависимости от степени специфического техногенного влияния на территорию. Состав наблюдений на природно-техногенных объектах зависит от степени и вида антропогенного воздействия и должен определяться в соответствии с прогнозными оценками, выполненными на стадии разведки и эксплуатации объекта. Наиболее обоснованные оценки могут быть выполнены в случае, если для объекта создана постоянно действующая математическая модель. Для Шадринского полигона разработана и эксплуатируется постоянно действующая модель месторождения пресных и

working already and six more are planned. The data received from the natural water objects will allow to bring to light the trend of the processes occurring in the underground hydrosphere caused by the global contamination.

The second type includes natural-technological water objects under high technological influence. In the list of natural-technological water objects the most discussed are those that are characterized by rather difficult forming conditions and increased ecological risk and simultaneously have the greatest meaning for population. They consist of:

- ground water intakes providing service and drinking water supply to towns with population more than 100 thousand (Serovsky, Kamensk-Uralsky polygons);
- water intakes for drinking and service water supply within 30-kilometer zone of Belojarskaja atomic power station (Belojarsky polygon);
- unique water fields - for their size, quality or complication of hydrogeological conditions (Shadrinsky and Nizhne-Serginsky polygons);
- ecologically clear ground water intakes.

The list of observation, their volume and frequency for every object is defined separately. For natural water objects frequency of observation depends upon the regularity of natural regime and as a rule may be seasonal. Additional components being a subject of control are determined according to a degree of a specific technological impact on the region. The list of observations for natural-technological objects depends upon a degree and kind of the impact and should be defined on the basis of the prediction done during the prospecting and exploitation of a water object. The most proved estimates could be done in case when a constantly acting model is built for the object. For the Shadrinsky polygon the constantly acting model is worked out and used for two aquifers: upper one with fresh water and

солончатых вод в нижнеэоценовом горизонте и минеральных вод типа Ессентуки-4 в верхнемеловом горизонте.

Для учета, хранения и систематизации данных мониторинга используются программные средства, разработанные Уральским центром мониторинга подземных вод. Обеспечена возможность использования геоинформационной системы, предназначенной для работы с компьютерными картами различного масштаба с вынесением необходимого количества информационных слоев.

lower n one with mineral water (type Essentuki-4).

For assessment, keeping and systematization of ground water monitoring data software has been worked out by the Urals ground water monitoring center. Provisions are made for the use of geoinformation system intended for work with computer maps of different scales with reflection of necessary amount of information layers.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИБОРАМИ ФИРМЫ
«ТЕКАТОР»

Петрова Т.А., доктор физико-математических наук, профессор, Московский государственный агротехнический университет.

Проблема контроля качества воды не нова, однако, никогда еще она не стояла так остро, как сейчас. Требования к анализу повышаются как при исследованиях питьевых, минеральных и морских вод, так и при исследованиях экстрактов почвы и растений. Для получения быстрых и точных результатов на фирме «Текатор» (Sweden, Tecator AB, Box 70 S-26321 Hügands) разработано несколько приборов, удовлетворяющих почти любую потребность при анализе воды.

СИСТЕМА АКВАТЕК

Система Акватек разработана специально для автоматического анализа ионов NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} и Cl^- с применением стандартных методов анализа. Акватек может быть также использован как обыкновенный микро спектрофотометр для анализа других ионов. Акватек может работать как с самплером (полностью автоматизирован) так и без (анализ отдельных проб). При использовании системы Акватек результаты отдельных проб получаются в течение 40–70 секунд, а анализ 50 проб занимает примерно час. Акватек не требует никакого предварительного опыта работы с автоматическими анализаторами.

СИСТЕМА ФИАСТАР

Технология, основанная на концепции проточно-инжекторных анализов, была разработана фирмой «Текатор» и успешно используется уже в течение десяти лет. Фиастар также полностью автоматизированная система, позволяющая расширить возможности проточно-инжекторного анализа для определения большинства ионов, а также фенола, поверхностно-активных веществ и фактора жесткости. Прибор комплектуется для работы в режиме «on-line», прямо в цепи технологического процесса. Объем образцов может меняться от 40 до 200 мкл. К системе предлагаются специальные модули для диализа и экстрагирования, используе-

THE AUTOMATED CONTROL OF WATER
QUALITY ON THE EQUIPMENT
OF THE «TECATOR» COMPANY

Petrova T.A., Doctor of physical and mathematical sciences, professor, Moscow State Agrotechnical University.

The problem of water quality control is not new, however it was never so burnin as today. The requirements for analysis enhance in processing of drinking water, sea-water, mineral water, sewage and also soil and flower extracts. In order to get quick and reliable results the «TECATOR» company (Sweden, Tecator AB, Box 70 S-26321 Hügands) produces several tools, which suit almost every necessity in water analysis.

THE AQUATEC SYSTEM

The Aquatec is fully automated system for NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} and Cl^- analyses of waters. The Aquatec can be used as ordinary flow microspectrometr for the analysis of other ions too. The Aquatec can be operated with (fully automatic operations) or without (to analyze individual samples) sampler. The Aquatec displays the result of 50 samples in less than an hour or individual results within 40–70 seconds. The Aquatec is easy to operate — no previous experience with automated analyzers required.

THE FIASTAR SYSTEM

The technique based on the concept of Flow Injection Analysis (FIA) developed by «Tecator» and now since more than ten years firmly established and proven. The FIAstar is fully automated tool too, it serves to enhance the opportunities of FIA in determination of major ions and also phenol, detergents and water hardness. The system is made to work in «on-line» mode, directly in the chain of technological process. Sample size may vary from 40 to 200 SYMBOL 109\ f «Symbol». There are special modules offered for dialyze and extraction directly in the analyzing process. To enhance resolution and stability FIAstar includes special thermostat.

мые с целью препарирования образцов непосредственно в процессе анализа. Для повышения чувствительности и стабильности имеется специальный термостат. Программное обеспечение Суперфлоу обеспечит полный контроль и управление работой системы Фиастар, а также обработку данных и подготовку отчетов. Программа Суперфлоу рассчитана на работу с персональным компьютером IBM PC/XT или с другим совместимым компьютером.

СИСТЕМА ИНВАЙРОФЛОУ

Дальнейшее развитие метода проточно-инжекторного анализа получило отражение в системе Инвайрофлоу, которая отличается от Фиастар возможностью двухканального колориметрического анализа, фенолов и т.д. Инвайрофлоу прекрасно работает с водой, с/х и экологическими пробами. Система Инвайрофлоу идеально служит при массовых анализах: каждый канал в состоянии обрабатывать до 180 образцов в час с высокой точностью, а параметры нитратов, нитритов и аммония могут быть получены еще быстрее. Прибор может работать и в одноканальном режиме, что контролируется программным обеспечением. Инвайрофлоу может удовлетворить любое аналитическое требование: от полуавтоматического режима с ручной загрузкой проб до автоматического режима с случайной выборкой проб. Обычно система укомплектовывается анализатором, детектором и программным обеспечением. Но если приобрести еще сэмплер, то прибор будет полностью автоматизирован и не будет требовать Вашего присутствия.

СИСТЕМА КЪЕЛЬТЕК

Къельтек — название хорошо известного семейства приборов для определения общего азота по методу Къельдаля. Фирма «Текатор» предлагает как автоматические, так и полуавтоматические системы, которые могут быть укомплектованы различными устройствами для сжигания проб. При определении степени контаминации предлагается использовать легкоуправляемый прибор для определения фактора химической потребности кислорода.

The Super Flow II (software for FI Astar) turns the system into a really high performer. This is true automation. Super Flow cuts paper to work, no need for tedious and time-consuming work with calculation and writing reports. Super Flow software as well as other «Tecator» softwares requires IBM PC XT/AT or any other IBM compatible computer.

THE ENVIROFLOW SYSTEM

The further development of Flow Injection Analysis is captured in Enviroflow system. The Enviroflow is a two channel Flow Injection system for calorimetric analysis of ions, detergents, phenols, etc. It is ideally suited for water, environmental and agricultural samples. The high working capacity of this system makes it perfect for routine analysis work. The Enviroflow runs up to 180 samples per hour in each channel with excellent accuracy and resolution. Common parameters like Nitrite, Nitrate, Ammonium and Phosphate are quickly and easily analyzed, down into the low ppb range. The system is designed as a dual channel model but can just as easily be operated as single channel system; this is easily controlled from the software. The Enviroflow can meet any analytical demand from semiautomation with manual sampling to fully automated operation with true random access sampling. In its basic configuration, the system comprises the analyzer, detector and software package. Add the sampler and a fully automatic system with unattended operation is provided.

THE KJELTEC SYSTEM

Kjeltec — is the name of the well-known group of tools, which serves to determine the total Nitrogen by Kjeldal's method. The «Tecator» company offers fully automatic and semiautomatic systems, which can be supplied with sample burners. While determination the level of contamination it is advised to use easy-to-operate device for measuring of COD.

*Савельев Е.П., Истамов Х.И.
НИПЦ "Экомиг", 107564 Москва, ул.
Краснобогатырская 42, Россия*

Поскольку в экосистемах, в том числе и в водных, оказываемое на них воздействие интегрируется, для создания водохозяйственной деятельности, основанной на экосистемном подходе, необходимо применять целевые показатели качества воды. Целевые показатели качества воды затрагивают такие аспекты, как накопление оксидов, острая и хроническая токсичность, мутагенность и канцерогенность. Нормы качества воды должны учитывать, среди прочего, сублетальные последствия токсичности, перенос и накопление загрязнителей и воздействие токсичных химических веществ в смесях в пределах экосистемы (синергизм). Повышенное внимание уделяется в настоящее время выработке критериев качества воды по опасным веществам, которые в силу своей токсичности, стойкости, биоаккумулирующей способности и/или их канцерогенных, терратогенных или мутагенных последствий создают угрозу водопользованию и функционированию водных систем.

Информация для создания экосистемного подхода водохозяйственной деятельности должна получаться на базе комплексных программ мониторинга, обязательной составной частью которых является биомониторинг, основанный на применении методов биотестирования, в том числе с использованием экспресс-методов.

Разработанная в НИПЦ "Экомиг" программа биомониторинга сточных вод предприятий включает регулярный контроль токсичности сточных вод, образуемых на различных технологических стадиях производства, с помощью экспресс-методов с использованием в качестве биотестов парameций и рачков дафния. Эти организмы могут претендовать на роль индикаторов качества водных экосистем в силу их широкого распространения, непосредственного взаимодействия с многими компонентами своей экосистемы, легко обнаруживаемого и количественно определяемого реагирования на токсичность изучаемой

*Savel'ev E.P., Istamov Kh.I.
SRPC "Ecomig", 107564, Moscow,
Crasnobogatyrskaya 42, Russia*

Since in ecosystems, including water systems, the exerting over them an influence is integrated, it is necessary to apply the purpose indices of water quality for the creation of water-economical activity, based on the ecosystem approach. The purpose indices of water quality touch upon such aspects as the toxin accumulation, acute and chronic toxicity, mutagenicity and cancerogenicity. The standards of water quality must take into account, among the rest, the sublethal consequences of toxicity, the transfer and accumulation of pollutions and the influence of toxic chemical substances in mixtures within the limits of the ecosystem (sinergism). At present a heightened attention is given to the criteria evaluation of water quality on dangerous substances, which by force of their toxicity, stability and accumulative ability and/or their cancerogenic, terratogenic and mutagenic consequences create the threat to water-using and the function of water systems.

Information for ecosystemic approach of water-economic activity creation must be obtained on the basis of complex programs of the monitoring, the obligatory part of which is the biomonitoring based on the using of biotest methods including express-methods.

In SRPC "Ecomig" the biomonitoring program of the enterprises sewage was elaborated. This program includes a regular control of the sewage toxicity formed on different technological stages of a production, using Paramecium and Daphnia as the biotests. These organisms can pretend to a role of indicators of a water ecosystem quality by force of their wide spread, direct interaction with many components of their own ecosystem, easily displayed and quantitatively determined reaction to the environment toxicity and the possibility of laboratory investigation. Moreover, elaborated biomonitoring program includes the control of sewage

среды и возможности лабораторных исследований. Кроме того, разработанная программа биомониторинга включает контроль мутагенности сточных вод такими краткосрочными методами, как тест Эймса, -НК-повреждающий тест и тесты, основанные на изучении мутагенного действия на культивируемые клетки млекопитающих. Экосистемный подход включает также человека как один из центральных элементов благополучия системы. Это подразумевает, с одной стороны, признание социальных, экономических, технических и политических факторов, которые воздействуют на то, каким образом человек использует природу, в том числе и водные ресурсы. Эти факторы требуют учета в силу их конечного воздействия на целостность экосистемы. И, с другой стороны, благополучие самого человека как элемента экосистемы зависит от состояния этой системы. Следовательно, по реакции его организма можно судить о состоянии экосистемы в целом. В связи с этим, в разработанную программу биомониторинга включено регулярное слежение за состоянием здоровья человека, в частности, по оценке его иммунного статуса. Разработанная программа биомониторинга была апробирована на ряде предприятий России.

mutagenicity, Eims's test, DNA-damage test and tests based on the study of mutagenic action to cultivating mammalia cells.

Ecosystem approach also includes human as one of the central element of the system prosperity. It is implied, on the one hand, the acknowledgement of social, economic and political factors, which affect how human uses nature including water-resources. These factors require a calculation by force of their final influence on the ecosystem integrity. And, on the other hand, the prosperity of human himself as an element of the ecosystem depends on the state of this system.

Consequently, it is possible to judge about the ecosystem condition on the whole by the reaction of human organism. In this connection, elaborated biomonitoring program includes the regular observation on human state of health, in particular, according to the estimation of his immune status. Elaborated biomonitoring program was approbated in a number of enterprises of Russia.

МЕМБРАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ:
ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ
ПРИРОДНЫХ ВОД

*Саввин С.Б., д.х.н., проф., академик,
Роева Н.Н., к.х.н.,
Качанов А.С., к.х.н., проф.
Кузнецов Вл.В., д.х.н.,
А.В.Михайлова*

*Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И.Вернадского,
Институт глобального климата и экологии,
Российский химико-технологический
институт им. Д.И.Менделеева,
Москва*

Качество нашей жизни определяется чистотой потребляемой воды, продуктов питания, окружающей нас воздушной среды и др.

Своевременный контроль, обеспечивающий чувствительный и надежный мониторинг объектов за содержанием загрязняющих веществ обеспечивают многие службы, в основном, при участии аналитических лабораторий.

Использование методов мембранной фильтрации в лабораторном и в промышленном масштабах хорошо известно в настоящее время. Мембранная фильтрация – экологически чистый; технологически безопасный и экономичный метод.

Методы мембранного разделения перспективны для получения воды высокой чистоты с отделением растворимых в ней неорганических солей; при определении приоритетных токсикантов: тяжелых металлов, анионов, органических соединений на уровне предельно-допустимых концентраций.

Мембраны представляют собой нетоксичные полимерные пленки, взрыво- и пожаробезопасные.

Нами впервые предложены мембраны в качестве твердой матрицы для концентрирования и прямого определения ионов тяжелых металлов и анионов с чувствительными органическими реагентами.

THE MEMBRANE FILTRATION:
ITS PERSPECTIVES AND ITS POSSIBILITIES
IN ENVIRONMENTAL MONITORING
OF NATURAL WATERS

*S.B.Savvin Dr., prof., academician,
N.N.Roeva Cand. Sc.,
A.S.Katchanov Cand. Sc.,
V.V.Kuznetsov dr., prof.,
A.V.Mikhailova*

*V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry
and Analytical Chemistry,
Russian Academy of Sciences,
Institut of Global Climate and Ecology,
D.I.Mendeleev Russian Chemo-
Technological University, Moscow*

The quality of our live is determined by the purity of consumed water, food-stuffs, the air which surrounds us, e.g.

The timely control provides sensible and reliable monitoring of environment objects on the maintenance of disturbing substances have ensured many firms in the main with participation of analytical laboratories.

The use of methods of membrane separation in laboratory and industrial scale is well known at present.

The membrane filtration – is useful method, safe from technological point of view, ecologically pure.

Membrane methods of filtration are perspective for the receiving of quite pure water with the separation of non-organic salts solved in it; for the determination of the toxic elements such as Hg, Pb, Cd, SO_4^{2-} , F^- , PO_4^{3-} and organic compounds in the rage of maximum assumed concentrations (MAC).

Membrane is non-toxic polymer films – safe, fire and explosion safe. Membrane is useful for selective concentration by filtration (the concentration coefficient – 10^6)¹ and determination (without desorption) of heavy metal ions with organic reagents (ours patent).

In this case, the complex of metal ions with selective organic reagents in water samples were filtered through a membrane and can be determined by using both diffusion reflectance spectroscopy and test-methods directly on this membrane filter.

We have offered the following systems (Table 2).

Образующийся комплекс иона металла с органическим реагентом при фильтровании через мембранный фильтр (коэффициент концентрирования 10^6)¹ равномерно распределяется в фазе мембраны, образуя окрашенный слой, изменение окраски которого можно измерить методом диффузной отражательной спектроскопии или визуально (тест-методом).

Разработаны экспрессные методы определения Hg(II), Pb(II), Cd, F⁻, SO₄²⁻, Al в природных водах, сочетающие использование высокоизбирательных и чувствительных реагентов с полимерными мембранами (Таблица 1).

ТАБЛИЦА 1.

Определяемый ион	органический реагент	pH	Изменение окраски
Hg(II), Pb(II), Cd	Тиродин ²	4,0-4,5	Красный - фиолетовый
F ⁻	Арсеназолл-Зr	1	Зеленый - фиолетовый
SO ₄ ²⁻	Бериллонл-Ва(II)	2	Бесцветный - фиолетовый
Al	Эрихромцианин, Zn соль	1	Красный - желтый

TABLE 1.

Determination of	Organic reagents	pH	Color change
Hg(II), Pb(II), Cd	Thyrodin ²	4,0-4,5	Red - Violet
F ⁻	Arsenazolll-Zr	1	Green - Violet
SO ₄ ²⁻	Beryllonll-Ba(II)	2	Colorless - Violet
Al	Eriochrome cyanine, Zn-salt	1	Red - yellow

¹ S.B.Savvin, A.L.Katchanov, V.V.Kuznetsov and A.V.Mikhailova. A highly effective dynamic method of membrane concentration. Mendeleev commun., 1994, 3, p. 103-104

² Н.Н.Роева, С.Б.Саввин. Органические реагенты для спектрофотометрического определения ртути. 1992, в. 47, N10-11, p.1750-1764

¹ S.B.Savvin, A.L.Katchanov, V.V.Kuznetsov and A.V.Mikhailova. A highly effective dynamic method of membrane concentration. Mendeleev commun., 1994, 3, p. 103-104

² N.N.Roeva, S.B.Savvin. Organic reagents for spectrophotometric determination of mercury. Jh. anal. chem., 1992, v. 47, N10-11, p.1750-1764

НОВЫЙ ЭКСПРЕССНЫЙ МЕТОД
И АНАЛИЗАТОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

О.К. Тимонина, к.т.н.,

Б.К. Зуев, к.т.н.,

*Институт геохимии
и аналитической химии РАН им.*

В.И.Вернадского

Разработан новый экспрессный метод определения кислородной окисляемости природных и сточных вод. Метод позволяет заменить стандартное определение кислородной окисляемости по химическому потреблению кислорода (ХПК), основанному на измерении количества кислорода, необходимого для окисления органических примесей в воде с помощью сильных окислителей.

Предлагаемый метод экспрессного контроля качества воды основан на прямом измерении в потоке инертного газа количества кислорода, необходимого для высокотемпературного окисления органических веществ, содержащихся в пробе воды (ТПК).

Метод реализован в переносном твердоэлектролитном анализаторе следующим образом.

Инертный газ из баллона поступает в дозирующую твердоэлектролитную ячейку, которая служит кислородным насосом, обеспечивая необходимую концентрацию кислорода в газовом потоке. Поток газа с дозированным количеством кислорода проходит через реактор, где происходит испарение и сжигание пробы воды при температуре 800–900° С. Введение кюветы с пробой объемом $n \cdot 10^{-6}$ л ($5 < n < 10$) в реактор автоматизировано. Выходящая из реактора газовая смесь поступает в измерительную твердоэлектролитную ячейку, контролирующую концентрацию кислорода в потоке на выходе из реактора и служащую для измерения количества кислорода, затраченного на сжигание пробы. Обе ячейки изготовлены на основе ZrO_2 , обладают кислородионной проводимостью и работают в кулонометрическом режиме.

Аналитический сигнал, представляющий собой изменяющийся во времени ионный ток кислорода, фиксируется (с помощью блока сопряжения) компьютером, который осуществляет математическую обработку

NEW EXPRESS METHOD
AND ANALYZER FOR TOTAL CONTENT
DETERMINATION OF ORGANIC
SUBSTANCES IN WATER

O.K. Timonina, Ph.D.,

B.K. Zuev, Ph.D.

*V.I.Vernadsky Institute
of Geochemistry &
Analytical Chemistry*

We suggest a new express analytical method for total content determination of organic substances in waste and natural waters. This method allows to replace standard determination of water oxidation (the determination of Chemical Oxygen Demand – COD) based on measuring of oxygen amount necessary to oxidize the organics dissolved in water using strong oxidizers.

The suggested method is based on direct determination of oxygen amount necessary to burn dissolved organic substances at high temperature (800–900° C) in the inert gas flow (Thermal Oxygen Demand – TOD).

The method is realized in the developed solid electrolyte analyzer by the following way.

The inert gas moves from gas-bag to the dosage solid electrolyte cell (SEC) which serves as an electrochemical pump for stabilization of the determined oxygen content in the flow. The gas flow with dosage amount of oxygen passes through the reactor. Special automatic system transports the cuvette with water probe ($n \cdot 10^{-6}$ L, where $5 < n < 10$) to the high temperature reactor. Concentration of oxygen in the flow after the reactor is controlled by the measuring SEC. Both cells based on ZrO_2 possess unipolar oxygen ion conductivity working in coulometric mode.

The analytical signal is oxygen ion current changing with time and the square under the oxygen ion current curve is proportional to the amount of oxygen spent on the organics oxidation (owing to Faraday's law). The kinetic of the oxidation process is recorded. Computer produce mathematical proceedings of the received data. The final results are represented on computer display as the quantity of oxygen (mg) necessary to oxidize the organics dissolved in the unit volume of analyzed water.

сигнала. Площадь под кривой изменения ионного тока кислорода со временем (согласно закону Фарадея) пропорциональна количеству кислорода, затраченному на окисление. Кинетику процесса окисления можно наблюдать на экране дисплея.

Конечный результат анализа высвечивается на экране дисплея и представляет собой количество кислорода (мг), необходимое для окисления органических примесей, находящихся в единице объема пробы (л).

Прибор позволяет анализировать пробы воды, окисляемость которых находится в диапазоне от 10 до 1000 мг O_2 /л с относительным стандартным отклонением - 0,1.

Метод анализа достаточно прост, абсолютен, экспрессен (не более 10 минут) и не требует специальной пробоподготовки. Анализатор автоматизирован и может быть использован для проведения стандартного контроля вод на очистных сооружениях, санэпидемстанциях и в лабораториях, осуществляющих экологический контроль.

Прибор легко транспортировать, что позволяет с его помощью осуществлять мониторинг рек, морей и т.д., выявлять источники загрязнений органическими примесями.

The apparatus allows to analyze different kinds of water with the range of oxidation 10 - 1000 mg O_2 /l and relative standard deviation - 10%. The method of analysis is absolute, simple, very expressive (not more than 10 min.) and needs no special probe preparation. The analyzer is automatic and simple for use.

Apparatus based on the suggested method of analysis can be used for necessary standard test of natural and waste waters at any clearing or sanitary stations and by the laboratories proceeding ecological control. Analyzer allows to provide monitoring of rivers, seas, etc. It appears the possibility to detect the source of organic substances pollution because the apparatus can be easily replaced.

ИОНОСЕЛЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ТИПА
ПОКРЫТОЙ ПРОВОЛОКИ
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ
В СТОЧНЫХ ВОДАХ

*Толокнова Т.В.,
Горелов И.П.
Тверской Государственный Университет*

Электрохимические методы анализа постоянно привлекают внимание химиков-аналитиков в связи с возрастающим спросом со стороны промышленности на быстрые, точные и недорогие аналитические методы, которые к тому же могли бы быть полностью автоматизированны. Это последнее обстоятельство особенно важно в связи с необходимостью осуществления непрерывного анализа сточных вод и других объектов окружающей среды. Такие возможности дают интенсивно разрабатываемые в последнее время ионоселективные электроды (ИСЭ) различных типов, биосенсоры и газочувствительные электроды, позволяющие проводить анализ сложных по химическому составу объектов, например, сточных вод химико-фармацевтических производств.

Для определения димедрола, дипразина, а также тетрациклина и некоторых производных, нами были разработаны и исследованы ИСЭ типа покрытой проволоки. Электроды показывают линейный характер отклика с нернстовским углом наклона электродных характеристик приблизительно $10^{-6} - 10^{-2}$ м. Изучено влияние pH исследуемых растворов и времени вымачивания на их характеристики. Изученные ИСЭ имеют хорошую селективность в отношении многих неорганических катионов и органических веществ. С помощью метода стандартных добавок исследованные вещества были определены в чистых растворах, готовых лекарственных формах и смоделированных образцах сточных вод.

COATED-WIRE
ION-SELECTIVE
ELECTRODES FOR DETERMINATION
OF SOME DRUGS
IN SEWAGE

*Toloknova T.V.,
Gorelov I.P.
Tver State University, Tver, Russia*

Electrochemical methods have attracted the interest of workers in analytical laboratories together with the growing demand from industry for fast, reliable, inexpensive and fully automatic analyses. New generations of ion-selective (ISE) and gas-sensitive electrodes supplemented recently with a rapidly growing family of electrochemical biosensors provided analytical tools that permit the specific and precise determination of a number of species of medical importance in various complex systems, e.g. in sewage of pharmaceutical plants.

Coated-wire ISE selective for hydroxides of dimedrol, diprasine, tetracycline and some its derivatives are prepared and investigated. The electrodes show a linear response with a Nernstian slope over the range of approximately $10^{-6} - 10^{-2}$ m. The effect of pH of the test solutions and time of soaking on the electrodes' performance are studied. The electrodes exhibit good selectivity for the investigated preparations with the respect to a large number of inorganic cations and organic substances. All drugs are determined successfully in pure solutions, in some pharmaceutical preparations and in sewage using the standard additions method.

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ МОНИТОРИНГА
ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ
ТОБОЛЬСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕДОВ
МАТАМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Фельдман Андрей Львович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Уральская горно-геологическая академия, г. Екатеринбург,

Рыбникова Людмила Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, начальник центра Уралгидромониторинг, Уральский геологический комитет, г. Екатеринбург,

Копылов Дмитрий Вадимович, гидрогеолог цент а У алгидромониторинг, Уральский геологический комитет, г.Екатеринбург

Зауралье испытывает хронический дефицит кондиционных вод для хозяйственно-питьевых целей. В связи с этим актуальными становятся вопросы как реконструкции существующих объектов водоснабжения, так и освоения новых.

Месторождения подземных вод региона приурочены к многослойным гидрогеологическим системам сложного строения (существенная плано-вертикальная неоднородность фильтрационных и емкостных свойств) и характеризуются непростой гидрохимической обстановкой. Значительная часть месторождений приурочена к современным или древним речным долинам, где существуют благоприятные условия формирования инфильтрационных линз пресных подземных вод. Характерной особенностью месторождений Тобольского артезианского бассейна является возможность их естественного загрязнения в результате подтягивания в процессе эксплуатации некондиционных вод из смежных горизонтов и с флангов месторождения. Кроме того, ряд месторождений (Ирбитское, Красногвардейское) расположены в непосредственной близости от черты городской и промышленной застройки. В подобных условиях особенно актуальным становится необходимость обоснования и организации мониторинга подземных вод, как системы наблюдений, направленных на гидрогеологическое прогнозирование в связи с решением задач управления.

Наиболее надежным инструментом решения этих задач является математическое моделирование (многовариантное решение сопряженных задач фильтрации и массопереноса) и создание, в конечном

METHOD OF GROUND WATER MONITORING
FOUNDATION
IN THE TOBOL ARTESIAN BASIN WITH USE
OF SIMULATION

Feldman Andrey Lvovich, doctor of geology, assistant professor, Urals mining-geological acadamy, Ekaterinburg;

Ribnikova Ludmila Sergeevna, doctor of geology, chief of Urals ground water monitiring center, Urals geological committee, Ekaterinburg;

Kopilov Dmitry Vadimovich, hydrogeologist, Urals ground water monitoring center, Urals geological committee, Ekaterinburg

Transural region suffers from severe lack of fresh waters for drinking and service purposes. In connection with this situation it is an urgent issue to reconstruct exploiting water objects and organize new objects.

Ground water fields within the region are represented by multi-layered hydrogeological systems of complicated structure (horizontal and vertical inhomogeneity of permeability and capacity) and characterized by complex hydrochemical conditions. Considerable part of water fields is connected with modern or ancient river valleys where favourable conditions exist for forming of infiltration frech water lenses.

Characteristic feature of the Tobol artesian basin feilds is a possibility of natural contamination due to pulling during exploitation waters of bad composition from adjacent aquifers or from field's wings. Besides, some fields (Irbitskoe, Krasnogvardeyskoe) are placed near of urban and industrial building. In this situation necessity of ground water monitiring foundation and organization is particulaly urgent problem as a system of observation, directed at hydrogeological prediction in connection with solution of managing problems.

The most reliable tool for solution of tasks of such type is simulation (multi-varying modelling of filtration and masstransport tasks) and building as a result constantly acting geofiltration model of an object, and

итоге, постоянно действующей гидрогеомиграционной модели (ПДМ) объекта, в связи с чем особенно значимой становится модельная ориентированность мониторинга. С другой стороны, само обоснование мониторинга (вопрос о том что, как, где и когда наблюдать) должно основываться на результатах разведочного моделирования, которому, в свою очередь, должны предшествовать все этапы построения модели (от геофильтрационной схематизации природного объекта с учетом цели решаемой задачи до оценки ее адекватности натурным условиям).

При создании геомиграционных моделей встает вопрос с неопределенностью миграционных параметров, которые с достаточной точностью невозможно определить путем лабораторных исследований или опытных работ. В связи с этим важным является вопрос проведения мониторинга на действующих продолжительное время водозаборах и последующего решения эпигнозных задач (модельное воссоздание процесса эксплуатации месторождения) с целью получения достоверных фильтрационных и миграционных параметров и информации о закономерностях их пространственного распределения.

Именно такие подходы были использованы при обосновании мониторинга подземных вод на Куртамышском, Суерском, Шадринском (Курганская область), Ирбитском, Красногвардейском, Южно-Сосьвинском (Свердловская область) месторождениях.

Воссоздание на модели опыта 35 летней эксплуатации Шадринского месторождения показало, что при решении задач прогноза изменения качества подземных вод в характерных для региона слоистых системах необходимо учитывать переток минерализованных вод через нижнюю разделяющую толщу, причем параметры этого перетока закономерно (на порядок) изменяются от русловой части речных долин к водоразделу, а зональность распределения этого параметра совпадает с границами геоморфологических элементов (пойма, терраса, водораздел). Не менее важен учет вертикальной фильтрационной неоднородности и изменения минерализации не только в плане, но и в разрезе горизонта. С этой целью единый водоносный горизонт при моделировании заменялся квази-многослойной системой, на основании чего была обоснована возможность организации поинтервального водоотбора без опреснения. При решении задач прогноза изменения качества подземных вод в процессе эксплуатации характерных

so, modelling trend of monitoring system is especially significant. Besides, the foundation of monitoring system (what, how and when one must observe) should be based on the results of prospecting simulation, which must be preceded by all steps of model building (from geofiltration scheme of the object in connection with task purpose to estimation of model accordance to natural conditions).

During the construction of ground water models the problem of uncertainty of mass transport parameters arises. They could not be determined with sufficient accuracy by means of laboratory method or experimental work. Therefore ground water monitoring is especially urgent for the water intakes being exploited for a long time that provides a possibility of estimation of filtration and mass transport parameters and their spatial regularity.

Such method of approach used for the foundation of ground water monitoring in Kurtamish, Suer, Shadrinsk fields (Kurgan region), Irbit, Krasnogvardeysk, Uzhno-Sosva fields (Sverdlovsk region).

The model reproduction of 35-year exploitation of Shadrinsk field shows that the solution of tasks of ground water quality prediction in multilayered system should take into account leakage through the lower divided layer.

The parameters of this layer changes regularly in connection with the boundaries of geomorphological elements. The changes of permeability and chemical composition in horizontal and vertical section must be taken into consideration.

The aquifer during the simulation was replaced by quasi-multilayered system, that led to foundation of possibility of water extraction from the upper interval without

для Тобольского артезианского бассейна гетерогенно-блоковых коллекторов при моделировании массопереноса в многолетнем разрезе следует использовать схему макродисперсии. Параметр активной пористости таких коллекторов изменяется во времени от 0.01 до 0.1-0.2, что определяет необходимость повышенной частоты наблюдений за химическим составом в первые годы после начала эксплуатации.

desalination.

The ground water quality prediction of several years' standing for heterogeneous rocks should be done with use of macrodispersion scheme. Apparent porosity changes from 0.01 to 0.1 - 0.2 in time, that determines the necessity of more frequent water quality observation during the beginning of exploitation.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ
ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОД
НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ,
ФЕНОЛА И СУММЫ ПАОВ

*Хустенко Л.А., к.х.н.
Томский политехнический университет
фирма «ТЕХНОАНАЛИТ» лтд*

Группой авторов разработаны и нашли широкое практическое применение методики определения на уровне П Д К примесей тяжелых металлов ТМ, фенола и суммы ПАОВ с использованием автоматизированного анализатора АМВ-ЗУФ («Техноаналит лтд»).

В таблице приведены условия определения указанных вредных примесей и способов пробоподготовки воды.

AUTOMATIC VOLTAMETRIC ANALYSES
OF WATER FOR HEAVY METALS, PHENOL
AND TOTAL SURFACTANTS
DETERMINATION

*Khustenko L.A., D. Ph.
Polytechnical University,
«Technoanalyt Ltd», Tomsk*

Methods of determination of heavy metal traces, phenol and total organic surfactants at the limit permissible concentration are developed by the group of authors with using of automatic analyzer AMV-3UV («Technoanalyt Ltd»). In the table the condition of mentioned toxic trace substances determination and methods of water samples preparation are given.

№ п/п	Определяемые вещества	Пробоподготовка	Электрод*	Фон	Диапазон определяемых содержаний, мг/дм ³
1	Zn, Cd, Pb и Cu	УФО	РПЭ	0.1M HCOOH	0.0005–1.0
2	Mn	H ₂ SO ₄ **	РПЭ	0.1M KCl	0.0030–6.0
3	Bi и Sb	H ₂ SO ₄ **	РПЭ	0.25M HCl	0.0001–0.1
4	Ni Co	Экстракция органических комплексов металлов	ГЭ СУЭ	0.1M NH ₃ + 0.1M NH ₄ Cl	0.001–0.1 0.001–0.1
5	As	HCl+гидразин	ЗГЭ	3M HCl+	0.0050–0.1
6	Hg	УФО	ЗГЭ	0.1M HClO ₄	0.0001–0.1
7	Фенол	–	СУЭ	Na ₂ HPO ₄	0.0010–0.4

*) РПЭ – ртутный пленочный, ГЭ–графитовый, СУЭ – стекло-углеродный, ЗГЭ–золото-графитовый электроды.

***) Мокрое озоление.

Время анализа одновременно трех параллельных проб воды составляет 5–30 мин.

Разработан способ индикации ПАОВ (0.005–0.1 мг/л) в водах, основанный на снижении катодного пика цинка, снятого в режиме дробног дифференцирования.

The duration of three simultaneous sample analysis is 5–30 minutes. The technique of surface active organic substances (SAOS) indication (5–102 ppb) in waters based on degradation of cathodic peak of zink (in differential form) are suggested. The effective desactivation of the investigated types of SAOS under UV-irradiation in solution with adding HCOOH and H₂O₂ are shown.

N п/п	Substances determined	Sample preparation	Elec- trodes*	Supporting electrolyte	Concentration range, ppb
1	Zn, Cd, Pb and Cu	UV+HCOOH	MFE	0.1M HCOOH	0.0005-1.0
2	Mn	H ₂ SO ₄ **	MFE	0.1M KCl	0.0030-6.0
3	Bi and Sb	H ₂ SO ₄ **	MFE	0.25M HCl	0.0001-0.1
4	Ni Co	Extraction of organic metal complexes	CE GCE	0.1M NH ₃ + 0.1M NH ₄ Cl	0.001-0.1 0.001-0.1
5	As	HCl+Na ₂ H ₄	AuFE	3M HCl+	0.0050-0.1
6	Hg	UV+H ₂ O ₂	AuFE	0.1M HClO ₄	0.0001-0.1
7	Phenol	-	GCE	Na ₂ HPO ₄	0.0010-0.4

*) MFE – mercury film electrode, CE – carbon electrode, GCE – glassy-carbon electrode, AuFE-
AU-film electrode.

Показана эффективность УФ-деактивации всех типов изученных ПАОВ с добавлением H₂O₂ и HCOOH. Разработан опытный образец УФ-облучателя для доочистки воды (технологической, сточной, питьевой) от органических примесей.

Методики анализа прошли экспертизу и согласование в Гост стандарте РФ и рекомендованы к использованию при проведении аналитического контроля качества вод в системе министерства экологии РФ. Анализатор успешно используется во многих санэпидемстанциях и пищевых лабораториях России и Казахстана.

The experimental sample of UV-irradiator for final purification of technological, drinking and waste waters from traces of organic substances are designed.

The analytical procedure and the analyzer are certified and qualified as state standard of Russia. They are used successfully in many certification laboratories and environmental monitoring station in Russia and Kazakhstan.

МОДЕЛИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДНОГО
МОНИТОРИНГА И ОПТИМИЗАЦИИ
ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Цхай А.А. *, к.ф.-м.н.; Агейков В.Ю. *;
Кошелев К.Б. **, к.ф.-м.н.; Лейтес М.А. **,
к.т.н.; Цхай Т.В. ** (* Институт водных и
экологических проблем СО РАН;
** Алтайский филиал РосНИИ информацион-
ных технологий и систем автоматизирован-
ного проектирования Миннауки и техни-
ческой политики РФ).

ТЕЗИСЫ

Сформулирована модель качества воды в реке, предлагаемая для использования в составе инструментальных средств водного мониторинга. Модель параметризована по данным наблюдений ряда лет за гидрохимическим режимом реки Обь у города Барнаула, одного из промышленных центров Сибири.

На основе ныне действующей нормативной базы сформулирована модель поведения предприятия в условиях платы за загрязнение водной среды и частичной компенсации его затрат на проведение водоохраных мероприятий. Критерием оптимальности служит максимум чистой прибыли предприятия в зависимости от финансирования его водоохранной деятельности из всех возможных ныне источников. Приведены результаты расчетов для одного из предприятий г.Барнаула.

ВВЕДЕНИЕ

Работы по созданию моделирующей системы управления качеством воды в Верхней Оби, на территории Алтайского края ведутся нами в двух направлениях.

В модельных расчетах необходимо учитывать природный ресурс самоочищения реки. Поэтому одним из элементов разрабатываемой системы стала модель мониторинга качества воды в реке.

В настоящее время накоплен определенный опыт моделирования гидрохимического режима рек (см., например, Shnoor et al., 1987; Никаноров и Никульченко 1990). В нашей работе использовался простейший вариант данного подхода, рассчи-

MODELS FOR WATER MONITORING AND
OPTIMIZATION OF ENTERPRISE
WATER PROTECTIVE ACTIVITY IN
PRESENT-DAY CONDITIONS

Dr Tskhai A.A. *; Ageikov V.Yu. *; Dr
Koshelev K.B. **; Dr Leites M.A. **; Tskhai
T.V. **

(* Institute for Water and Environmental
Problems, Siberian Division of the Russian
Academy of Sciences; ** Altai Branch of Na-
tional Research Institute for Informatic Tech-
nologies);

ABSTRACT

The river water quality model was formulated. This model is proposed to be used as an instrumental aid for water monitoring. The model was calibrated by means of the long-standing observations of the Ob-river hydrochemical regime near Barnaul (an industrial city in Siberia).

The model of enterprise (water user) behavior was constructed in accordance with present-day Russian normative basis. According to this model an enterprise pays for its water pollution and receives partial financial support for its water protective activity. The optimality criterion is maximum enterprise net profit depending on variants of subsidization of its water protective activity from all possible sources. The results of ecologico-economic modelling for one of the Barnaul enterprises are presented in the report.

INTRODUCTION

Our water quality management model system for Upper Ob-river in boundaries of Altai region is developed in two directions.

In such research it is necessary to take into account the factor of river self-purification. Therefore water quality monitoring model has become one of our being developed elements.

Now the certain experience of river hydrochemical regime modelling is accumulated (see, for example, Shnoor et al., 1987; Nikanorov & Nikul'chenko, 1990). The simplest variant of this approach is used in our research. Our model uses the standard data

танный на использование стандартных данных служб Роскомгидромета, осуществляющих сейчас водный мониторинг в России.

Особенностью нашей работы является проведение калибровки модели качества воды по данным наблюдений именно на моделируемом участке реки.

Режим платности природопользования с последующим инвестированием получаемых средств в развитие относительно "чистых" технологий является наиболее эффективным средством снижения уровня антропогенной нагрузки (Гофман, 1991; Эльпинер и др., 1992; Голуб и Струкова, 1993).

Закон "Об охране окружающей природной среды" (Закон ..., 1992) определяет существующий на сегодня в России экономический механизм управления природопользованием.

Это позволяет уточнить и конкретизировать использованные в литературе (см., например, Пряжинская, ред., 1992) модели поведения предприятия в условиях платы за загрязнение водной среды и частичной компенсации его затрат на проведение водоохраных мероприятий. Ранее в качестве критерия оптимизации, как правило, выбирался минимум среднегодовых затрат предприятия на водоохрану в условиях, когда фактические сбросы предприятия не превышают временно согласованных величин для всех ингредиентов.

Согласно (Закону..., 1992) платежи предприятия за загрязнение осуществляются за счет двух источников - себестоимости произведенной продукции и прибыли. В решаемой нами задаче оптимизации максимизируется величина чистой прибыли предприятия.

На примере одного из предприятий г.Барнаула проведены модельные расчеты для различных вариантов экономических механизмов, согласующихся с действующей нормативной базой.

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКЕ

Гидравлический блок.

Гидравлический блок представляет собой вариант одномерной системы уравнений для установившегося неравномерного движения воды с учетом боковой приточности в непрямоугольном русле реки

set of Roscomgidromet (Russian National Committee of Environmental Monitoring).

Our model peculiarity is a calibration of water quality model by means of observed data on the simulated river part.

The most effective method of anthropogenic load decrease is the regime of deterrent tax, under which these funds are used for development of environmental safety technologies (Gofman, 1991; El'piner et al., 1992; Golub & Strukova, 1993).

The new State Law "About environmental protection" (Law, 1992) defines the present-day economic mechanism for environmental management in Russia.

Now previous ecologico-economic models of enterprise behavior (see, for example, Prjzhinskaja, ed., 1992) can be revised and defined in details. Formerly the optimality criterion for enterprise was defined as minimum of its annual expenses for environmental protection. In these models factual enterprise pollution should be less than "temporary upon consultation" amount for every pollutant.

Now in accordance with the State Law the enterprise pays for its pollution at the expense of product cost and profit. Therefore in our research the optimality criterion is maximum enterprise net profit.

The simulation of different economic mechanisms used in the model are presented for the chemical enterprise in Barnaul. All these variants are in agreement with present-day Russian normative basis.

RIVER WATER QUALITY MONITORING MODEL

Hydraulic Block.

Hydraulic model block is based on one-dimensional equations for quasi-steady with time and longitudinal nonuniform flow with due regard for the lateral inflow in nonprismatic channel (Spitsin & Sokolova, 1990).

(Спицын и Соколова, 1990). Задача прогноза решается для 18 периодов в течение расчетного года: для паводка (апрель-июнь) - ежеледекадно, для остального времени - ежемесечно. Схематизация русла выбрана следующая. Русло реки разделено на участки, ограниченные створами. Ширина створа находится линейной интерполяцией в зависимости от текущей отметки уровня в балтийской системе высот. Для этого используются данные натуральных измерений современных характеристик реки. Это позволяет считать пренебрежимо малой естественную деформацию русла. Уклон дна внутри каждого участка считается постоянным.

Сначала по заданным расходам в створах реки и сосредоточенных притоках (сбросах) определяется боковая приточность на каждом участке.

Затем по уровню неразрывности рассчитывается значение расхода воды в узлах расчетной сетки. После этого в замыкающем створе по эмпирической кривой связи расходов и уровней определяются глубина потока и отметка уровня. Эффект паводочной петли учтен. В расчетах для первой половины паводка используется ветвь подъема петли, а для второй половины - ветвь спада.

Решая с помощью метода Эйлера уравнение движения воды против направления водотока, определяем пространственное распределение глубины h , площади водного сечения w и средней по сечению скорости течения u .

Блок прогноза качества воды.

Модель качества воды воспроизводит пространственное распределение в реке содержания двадцати видов химических показателей: (1) БПК₅, (2) дефицита кислорода, (3) взвеси, (4) ХПК, (5) аммония, (6) нитритов, (7) нитратов, (8) СПАВ, (9) нефтепродуктов, (10) фенолов, (11) гексахлорана, (12) хлора, (13) сульфатов, (14) магния, (15) кальция, (16) линдана, (17) железа, (18) меди, (19) свинца и (20) фосфатов для 18 характерных периодов года.

Уравнения модели в квазистационарном одномерном горизонтальном приближении выглядят следующим образом

$$\frac{d(Q \cdot C_i)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(E \cdot w \frac{dC_i}{dx} \right) + w \cdot H_i + G_i \quad (1)$$

Здесь x - продольная координата вдоль

The forecast is performed for 18 periods during the year: for every ten-day interval in flood (April-June) and for every month in another hydrological periods.

In the model the channel form is described as a sequence of the parts separated by the cross-sections. The width of the cross-sections is calculated by means of a linear interpolation depending on the true level. For this purpose data of regime measurements of present-day river characteristics are used. Therefore it is supposed that natural deformation of channel is negligible. The grade of bottom within every part is assumed as a corresponding constant.

First, the lateral inflow per unit length of channel is calculated by means of specified discharges in the cross-sections and the point tributaries (or agri-industrial waste).

After that in accordance with an equation of continuity the discharge distribution in nodal points of the calculated network is found. Further the depth and true level in final cross-section is determined by means of the empirical curve of the connection between discharges and levels.

The effect of a flood loop is taken into account. The rise branch of the loop is used at the beginning of the flood. The fall branch of the loop is used at the end of the flood.

The spatial distribution of the depth h , the area of the flow cross-section w and the mean discharge velocity of flow u are determined using the Euler's method for finding the dynamic equation solution.

Water Quality Forecasting Block.

Water quality model simulates the river spatial distribution for the values of twenty contaminants: (1) BOD, (2) oxygen deficit, (3) suspended matter, (4) COD, (5) ammonia, (6) nitrite, (7) nitrate, (8) synthetical surface-active matter, (9) oil-pollution, (10) phenol, (11) hexachloran, (12) chlorine, (13) sulfate, (14) magnesium, (15) calcium, (16) lindane, (17) iron, (18) copper, (19) lead, (20) phosphate for 18 periods of the year.

The model equations in quasi-steady one-dimensional horizontal approach are defined as

$$(1) \frac{d(Q \cdot C_i)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(E \cdot w \frac{dC_i}{dx} \right) + w \cdot H_i + G_i$$

Where x is the longitudinal coordinate of

русла; Q - расход воды; C_i - содержание i -го химического соединения (индекс i изменяется от 1 до 20); E - коэффициент продольной дисперсии; H_i - член, характеризующий неконсервативность рассматриваемого i -го соединения; G_i - путевая нагрузка на единицу длины водотока (характеристика неточечных источников загрязнений).

Величина H_i определена по типу реакции первого порядка с коэффициентами неконсервативности K_i :

$$H_i = -K_i \cdot C_i \text{ для } i=3,4,8 \div 19. \quad (2)$$

Считается, что динамика изменения содержания БПК5 ($i=1$) и дефицита кислорода ($i=2$) описывается моделью типа РК-БПК (см., например, Dobbins, 1964)

$$H_1 = -(K_1 + K_3) \cdot C_1;$$

$$H_2 = -K_2 \cdot C_2 + K_1 \cdot C_1 + P_1 \cdot K_3 \cdot C_3 + P_2 \cdot K_6 \cdot C_6 + J/h \quad (3)$$

Здесь K_3 - коэффициент седиментации, J - поток кислорода, обусловленный поглощением донными отложениями и фотосинтезом, P_1 и P_2 - коэффициенты пересчета потерь кислорода при нитрификации.

При расчете трансформации азотных соединений ($i=5 \div 7$) используется следующая схема нитрификации (Васильев и Еременко, 1980)

$$H_5 = -K_5 \cdot C_5 + P_3 \cdot K_4 \cdot C_4;$$

$$H_6 = -K_6 \cdot C_6 + K_5 \cdot C_5; \quad H_7 = -K_7 \cdot C_7 + K_6 \cdot C_6 \quad (4)$$

здесь P_3 - коэффициент пересчета для процесса аммонификации.

Процесс минерализации фосфора описывается как

$$H_{20} = -K_{20} \cdot C_{20} + P_4 \cdot K_4 \cdot C_4; \quad (5)$$

где P_4 - коэффициент пересчета в фосфорные единицы.

Температурная зависимость коэффициентов задана как

$$K_i(T) = K_{oi} \cdot A^{(T-20)} \text{ для } i=1;2;4 \div 20. \quad (6)$$

Здесь T - температура. Константа A принимается равной 1.05, а зависимость величин K_{oi} от гидрологических характеристик определяется при параметризации модели. Величины P_i оцениваются в соответствии с реальными стехиометрическими соотношениями.

Величина G_i может быть определена как

$$G_i = C_{ib} \cdot q \quad (7)$$

Здесь C_{ib} - содержание i -го соединения в водах, поступающих с боковой приточностью q .

the cross-section; Q is the rate of water discharge; C_i is the concentration of the i -th chemical compound (index i varies from 1 to 20); E is the coefficient of longitudinal dispersion; H_i characterizes the rate of kinetic transformation for i -th chemical compound; G_i is the lateral load per unit length of channel (the characteristic of non-point sources of pollution).

An assumption of kinetics of the first order is used in the model.

Thus

$$(2) H_i = -K_i \cdot C_i \text{ for } i=3,4,8 \div 19$$

The equations similar to well-known DO-BOD model (see, for example, Dobbins, 1964) described the dynamics of the oxygen and biochemical oxygen demand contents.

(3)

$$H_1 = -(K_1 + K_3) \cdot C_1;$$

$$H_2 = -K_2 \cdot C_2 + K_1 \cdot C_1 + P_1 \cdot K_3 \cdot C_3 + P_2 \cdot K_6 \cdot C_6 + J/h$$

Here K_3 is the coefficient of sedimentation, J is the flux of oxygen into bottom per unit area, P_1 and P_2 are the coefficients of conversion.

The following scheme of nitrification (Vasiliev & Eremenko, 1980) is used

(4)

$$H_5 = -K_5 \cdot C_5 + P_3 \cdot K_4 \cdot C_4;$$

$$H_6 = -K_6 \cdot C_6 + K_5 \cdot C_5; \quad H_7 = -K_7 \cdot C_7 + K_6 \cdot C_6$$

Here P_3 is the coefficient of conversion.

The process of phosphorus mineralization is described as

$$(5) H_{20} = -K_{20} \cdot C_{20} + P_4 \cdot K_4 \cdot C_4;$$

where P_4 is the coefficient of conversion.

The temperature dependence of coefficients K_i is defined as

$$(6) K_i(T) = K_{oi} \cdot A^{(T-20)}$$

Here T is the temperature. The constant A is equal to 1.05. The dependences of the coefficients K_{oi} from hydrological characteristics are determined during the parametrization. The values of P_i are estimated by following stoichiometric relations.

The value G_i may be defined as

$$(7) G_i = C_{ib} \cdot q$$

where C_{ib} is the content of i -th compound in lateral inflow q .

При наличии притока (точечного источника загрязнений) с постоянной интенсивностью в течение расчетного периода величина C_j в узле впадения притока определяется как

$$C_j = \frac{C_{is} \cdot Q_s + C_{ia} \cdot Q_a}{Q_s + Q_a} \quad (8)$$

Здесь C_{ia} и Q_a - содержание i -го соединения и расход воды в притоке. Индекс "i" отличает величину параметра ниже узла впадения притока, "s" - значение параметра выше узла впадения притока.

Граничные условия имеют вид

$$(x_1) = w_1, \quad C_i(x_0) = C_{oi}, \quad \frac{dC_i}{dx}(x_1) = 0 \quad (9)$$

Здесь x_0 и x_1 - соответственно, начальный и замыкающий створы моделируемого участка реки.

Калибровка моделей самоочищения.

Для калибровки моделей самоочищения используется аналитическое решение дифференциальной задачи (1-9). При идентификации использованы данные наблюдений за гидрохимическим режимом на участке реки Оби, ограниченном створами: 7 км выше и 13.7 км ниже г.Барнаула в 1984-88 гг.

При калибровке было принято упрощающее предположение об однородности распределения источников загрязнения по длине рассматриваемого участка и об их постоянной интенсивности в течение расчетного периода. Это достаточно грубое упрощение, однако, не является слишком далеким от реальности. Основные источники загрязнений на этом урбанизированном участке - промышленные и коммунальные стоки - в целом, относительно постоянны в течение расчетного периода и сосредоточены по берегу реки.

Значения параметров K_{Oj} , K_3 , G_j и J , входящих в уравнения (1-9), были оценены с помощью алгоритма Маквардта - нелинейного метода наименьших квадратов.

Для оценки адекватности модельного описания данным наблюдений использовался статистический критерий Тейла Cr (Theil, 1971)

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - F_i)^2 / (\sum_{i=1}^n E_i^2 + \sum_{i=1}^n F_i^2)}$$

где n - число наблюдений, E_j и F_j - со-

The value C_i in the point, where the tributary (or the point source of pollution) flows into the river, is determined as

$$(8) \quad C_j = \frac{C_{is} \cdot Q_s + C_{ia} \cdot Q_a}{Q_s + Q_a}$$

Here C_{ia} and Q_a are the content of i -th compound and the rate of discharge in the tributary. The index "i" marks the value of parameter below the point, where the tributary flows into the river. Index "s" marks its previous value.

Boundary conditions are defined as

$$(9) \quad (x_1) = w_1, \quad C_i(x_0) = C_{oi}, \quad \frac{dC_i}{dx}(x_1) = 0$$

Here x_0 and x_1 are the upstream and downstream sections of the channel, respectively.

Calibration of Self-Purification Models.

The analytical solution of the differential problem(1-9) is used for the calibration of the self-purification models. The hydrochemical regime observed data of 1984-88 are used for the calibration. These data correspond to the Ob-river part limited by two cross-sections: 7 km above and 13.7 km below Barnaul.

For simplicity we considered two assumptions for simulated period. First, the pollution sources distribution along this river part is uniform. Second, these intensities are the constants. This hypothesis is only a crude approximation. But it is not too far from reality. The main pollution sources in this urban region are domestic and industrial waste which are diffused along the river. These intensities change sufficiently slightly during the year.

The K_{Oj} , K_3 , G_j , J , P_i parameters values from equations (1-9) were estimated by means of the special procedure (nonlinear method of the smallest squares).

The Theil statistical criterion (Theil, 1971) was used for estimation of the adequacy of observed and simulated data. This criterion Cr characterizes the deviation degree of the full-scale data of E_i from the calculated F_i

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - F_i)^2 / (\sum_{i=1}^n E_i^2 + \sum_{i=1}^n F_i^2)}$$

where n is the number of observations.

ответственно, расчетные и измеренные величины содержания веществ.

Получены следующие предварительные результаты:

(для $i=2$) $K_{O_2}=1.3 \text{ сут}^{-1}$; $J=3.0 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут}$;
 $P_1=3.0$; $P_2=1.0$; $Cr_2=0.04$.

(для $i=3$) $K_3=0.1 \text{ сут}^{-1}$; $G_3=10.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$;
 $Cr_3=0.28$.

(для $i=8$) $K_{O_8}=0.1 \cdot u^{0.1} h^{-10}$; $G_8=1.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$;
 $Cr_8=0.54$.

(для $i=9$) $K_{O_9}=0.001 \cdot u^{0.001} h^{-4.1}$;
 $G_9=1.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$; $Cr_9=0.36$.

Для остальных i значения параметров сведены в табл.1. На рис.1 приведено сравнение данных расчета и наблюдений по ряду химических показателей.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Формулировка модели.

В качестве критерия оптимизации выбран максимум Φ - величины чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после осуществления платежей за загрязнение водной среды и финансирования своей водоохранной деятельности

$$\Phi = B - N - F - G + L \quad (10)$$

Здесь B - балансовая прибыль предприятия, исчисляемая как

$$B = D - S \quad (11)$$

где D - выручка; S - себестоимость продукции; N - величина налога на прибыль, рассчитываемая как

$$N = d \cdot B \quad (12)$$

при d - ставке налога на прибыль.

Величина платежей за загрязнение водной среды R есть

$$R = P + F \quad (13)$$

где P и F - соответственно, платежи предприятия за нормативное и сверхнормативное загрязнение. При этом P - относится на себестоимость произведенной продукции.

Величина G в (10) характеризует "добровольные" затраты предприятия из чистой прибыли на финансирование водоохраных мероприятий.

The preliminary results are in the Tabl.1

Besides that the following values are calculated:

(for $i=2$) $K_{O_2}=1.3 \text{ day}^{-1}$; $J=3.0 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$;
 $P_1=3.0$; $P_2=1.0$; $Cr(2)=0.04$.

(for $i=3$) $K_3=0.1 \text{ day}^{-1}$; $G_3=10.0 \text{ g/m day}$;
 $Cr(3)=0.28$.

(for $i=8$) $K_{O_8}=0.1 u^{0.1} h^{-10}$; $G_8=1.0 \text{ g/m day}$;
 $Cr(8)=0.54$.

(for $i=9$) $K_{O_9}=0.001 u^{0.001} h^{-4.1}$; $G_9=1.0 \text{ g/m day}$;
 $Cr(9)=0.36$.

The comparison of simulated and observed data for some chemical compounds is shown in Fig.1.

OPTIMIZATION MODEL OF ENTERPRISE WATER PROTECTIVE ACTIVITY

Formulation of the Model.

Maximum of the net profit Φ is chosen as a criterion of optimization. It remains at the enterprise disposal after paying for water pollution and financing its water protective activity

$$(10) \Phi = B - N - F - G + L$$

Here B is the balance profit of the enterprise, which is calculated as

$$(11) B = D - S,$$

where D is the gain, S is the product cost, N is the profit tax value, which is estimated as

$$(12) N = d B,$$

where d is the profit tax rate.

The value of the payment for water pollution R is

$$(13) R = P + F,$$

where P and F are the enterprise payments for permissible and beyond-permissible pollutions, respectively. In this case P refers to the manufactured product cost.

The term G in (10) characterizes the voluntary expenses of the enterprise from its profit for financing water protective actions.

ТАБЛИЦА 1. Значения параметров моделей самоочищения

<i>i</i>	K_{Oj}	G_j	Cr_j
	сут ⁻¹	г/м·сут	
1	0.15	1.0	0.31
4	0.18	0.0	0.33
5	0.1	0.4	0.26
6	0.7	0.0	0.29
7	0.01	0.4	0.13
10	0.01	0.0035	0.32
11	0.02	0.0000	0.37
12	0	0.35	0.19
13	0	20.0	0.15
14	0	10.0	0.14
15	0	7.5	0.07
16	0.02	10.0	0.27
17	0	0.0000	0.27
18	0	5	0.41
19	0	0.5	0.20
20	0.01	0.001	0.32
		0.0028	
		0.8	

TABLE 1 Parameters values for self-purification models

<i>i</i>	K_{Oj}	G_j	$Cr(i)$
	day ⁻¹	g/m·day	
1	0.15	1.0	0.31
4	0.18	0.0	0.33
5	0.1	0.4	0.26
6	0.7	0.0	0.29
7	0.01	0.4	0.13
10	0.01	0.0035	0.32
11	0.02	0.0000	0.37
12	0	0.35	0.19
13	0	20.0	0.15
14	0	10.0	0.14
15	0	7.5	0.07
16	0.02	10.0	0.27
17	0	0.0000	0.27
18	0	5	0.41
19	0	0.5	0.20
20	0.01	0.001	0.32
		0.0028	
		0.8	

Величина L в (10) показывает чистый доход предприятия от продажи лицензий на загрязнение. Этот механизм предусмотрен (Законом..., 1992), но пока не запущен в действие на практике.

The term L in (10) shows the net profit of the enterprise from selling its licenses for pollution. This mechanism is stipulated by the (Law ..., 1992), but it hasn't been used in practice yet.

роприятий: $\{ A_k \}$, где $k=1\bar{m}$, которые могли быть включены в план предприятия, если были бы обеспечены ресурсами. Каждому j -тому набору мероприятий можно поставить в соответствие величину X_j - затраты на его осуществление.

Далее для упрощения используются следующие предположения: (а) $D=\text{const}$, т.е. осуществление водоохранных мероприятий не влияет на выручку предприятия; (б) Все рассматриваемые мероприятия субсидируются как капитальные вложения, что упрощает вид выражения для налоговых льгот. Учет прочих видов водоохранных затрат при расчете размера налога может быть выполнен при незначительной корректировке.

В таком случае, при осуществлении j -того набора мероприятий себестоимость продукции S_j , балансовая прибыль B_j и прочие показатели предприятия в формулах (10-13) могут быть записаны как

$$S_j = S(0) - P(0) + P_j + n \cdot X_j, B_j = D - S_j \quad (14)$$

где $S(0)$ и $P(0)$ - соответственно, себестоимость продукции и платежи предприятия за нормативное загрязнение в **отсутствии мероприятий**; n - коэффициент амортизационных отчислений на восстановление водоохранных сооружений и объектов; P_j - платежи за нормативное загрязнение после осуществления j -того набора мероприятий

$$P_j = \sum_{i=1}^m V_{ij} \quad (15)$$

$$\{ 0, \text{ если } (M_i(0) - M_{ij}) \leq 0 ;$$

$$\text{где } V_{ij} = \{ Q_i / (M_i(0) - M_{ij}), \text{ если } 0 < (M_i(0) - M_{ij}) \leq M_{ni} ;$$

$$\{ Q_i \cdot M_{ni}, \text{ если } (M_i(0) - M_{ij}) > M_{ni}$$

Здесь $M_i(0)$ и M_{ni} - величины реального в отсутствие мероприятий и предельно допустимого сбросов предприятием i -того вида загрязнений, Q_i - соответствующая дифференцированная ставка платежей за загрязнение i -тым соединением в пределах установленных предельно допустимых нормативов сбросов. (Законом предусмотрено еще два уровня платежей, кроме Q_i . Превышающая предельно допустимую величину M_{ni} часть валового сброса оплачивается со ставкой K_i , а к его части, превышающей и временно согласованную величину M_{si} применяется ставка $5 \cdot K_i$). Величина M_{ij} характеризует уменьшение сброса загрязнения i -того вида в результате

$A_k \}$, where $k=1\bar{m}$. If they were provided with resources, they would be included into the enterprise plan. The value X_j is the expenditure for realization of actions which are included in j -th actions set.

Then for simplicity, the following assumptions were used: (a) $D=\text{const}$. It means that the realization of enterprise water protective actions doesn't influence the enterprise gain; (b) All the considering actions are subsidized as investments. This assumption allows to use simpler expression. The account of expenses on another water protective actions can be executed with small correction.

In this case, for the realization of the j -th actions set, the cost price S_j , the balance profit B_j and other indexes of enterprise activity in the formulas (10-13) may be written as

$$(14)$$

$$S_j = S(0) - P(0) + P_j + n X_j, B_j = D - S_j,$$

where $S(0)$ and $P(0)$ are the product cost and enterprise payment for permissible pollution in the absence of water protective actions respectively; n is the coefficient of the depreciation charges; P_j is the payment for the permissible pollution after the realization of j -th actions set.

$$(15) P_j = \sum_{i=1}^m V_{ij}.$$

$$\{ 0, \text{ if } (M_i(0) - M_{ij}) \leq 0 ;$$

$$\text{where } V_{ij} = \{ Q_i (M_i(0) - M_{ij}), \text{ if } 0 < (M_i(0) - M_{ij}) \leq M_{ni} ;$$

$$\{ Q_i M_{ni}, \text{ if } (M_i(0) - M_{ij}) > M_{ni}$$

Here $M_i(0)$ is the real pollution mass of the i -th compound in the actions absence; M_{ni} is the maximum permissible norm of enterprise pollution mass of the i -th compound; Q_i - corresponding differential payment rate for pollution by the i -th compound within maximum permissible norm. (The Law stipulates two payment rate levels except Q_i . The part of the total pollution mass, exceeding the norm M_{ni} , is paid with the K_i rate. The $5K_i$ rate is applied to its part, exceeding temporary conformed M_{si} norm). The value M_{ij} characterizes the decrease of i -th compound of pollution mass as a result of the j -th actions set realization.

осуществления j-того набора мероприятий.

Выражение для налога на прибыль при использованных предположениях с учетом налоговых льгот может быть записано как

$$N_j = d \cdot (B_j - m \cdot \min(0.3 \cdot X_j; 0.5 \cdot B_j)) \quad (16)$$

Величина F_j - платежей за сверхнормативное загрязнение есть

$$F_j = m \cdot \min \left\{ \sum_{i=1}^m W_{ij}, c(B_j - N_j) \right\} \quad (17)$$

$$W_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } (M_i(0) - M_{ij}) \geq M_{ni}; \\ K_i(M_i(0) - M_{ij} - M_{ni}), & \text{если } M_{ni} < (M_i(0) - M_{ij}) \leq M_{si}; \\ K_i(M_{si} - M_{ni}) + 5K_i(M_i(0) - M_{ij} - M_{si}), & \text{если } M_{si} < (M_i(0) - M_{ij}). \end{cases}$$

Здесь c - предельный размер платежа за сверхнормативное загрязнение в % от чистой прибыли.

При этом, чтобы деятельность предприятия не подлежала по Закону прекращению, должно выполняться условие

$$F_j < B_j - N_j \quad (18)$$

Естественным ограничением осуществления возможных мероприятий предприятия является уровень финансирования его водоохранной деятельности. В формализованном виде это условие выглядит следующим образом

$$X_j \leq I + T + n \cdot X_j + G \quad (19)$$

где I - субсидии из госбюджета;

T - поступления из территориальных экологических фондов.

Третий член в правой части неравенства (19) характеризует амортизационные отчисления, входящие в себестоимость продукции, на введенные в эксплуатацию водоохранные сооружения.

Результаты моделирования и их обсуждение.

На основе данных одного из химических предприятий г.Барнаула рассмотрено изменение оптимального набора мероприятий для различных вариантов порядка взаиморасчетов с предприятием при осуществлении им водоохранной деятельности.

В расчетах использованы величины ставок платежей за загрязнение, установленных местными органами власти в 1991 г., и данные по реальным мероприятиям, их эффективности в виде уменьшения объемов сбросов по конкретным видам загрязнений и затратам на осуществление в базовых ценах 1989 г.

The expression for the profit tax under permissible the Law privilege can be written as

$$(16) N_j = d(B_j - \min(0.3X_j; 0.5B_j))$$

The term F_j is the payment for beyond-permissible pollution. It is calculated as

$$(17) F_j = \min \left\{ \sum_{i=1}^m W_{ij}, c(B_j - N_j) \right\},$$

$$W_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{if } (M_i(0) - M_{ij}) \geq M_{ni}; \\ K_i(M_i(0) - M_{ij} - M_{ni}), & \text{if } M_{ni} < (M_i(0) - M_{ij}) \leq M_{si}; \\ K_i(M_{si} - M_{ni}) + 5K_i(M_i(0) - M_{ij} - M_{si}), & \text{if } M_{si} < (M_i(0) - M_{ij}). \end{cases}$$

Here c is the maximum level of payment for beyond-permissible pollution in percent of net profit. In this case it is essential that the enterprise activities not be terminated, lest the following condition should be satisfied:

$$(18) F_j < B_j - N_j.$$

The level of financing of water protective activity of the enterprise limits its possible actions realization. This condition is looking as

$$(19) X_j \leq I + T + n X_j + G,$$

where I is the budgetary subsidies; T is the receipts from territorial ecological foundations.

The third term in the right part of the inequality (19) characterizes the depreciation charges included in product cost on water-protective constructions put into operation.

Results and Discussion.

The change of the optimum actions set for different variants of subsidy order with the enterprise under its water protective activity is considered. This question is studied on one of Barnaul chemical enterprises data basis.

The real values of payment rates for pollution are used in calculation. These values are prescribed by Altai local authorities in 1991. The information on real actions: their efficiency as decrease of waste and expenses for their realization at the price of 1989 is used.

До сих пор нормативно не определен механизм распределения средств территориальных экологических фондов, основным источником формирования которых являются платежи предприятий за загрязнение окружающей среды. В расчетах, реализованы три варианта принципов субсидирования из территориальных фондов.

Первый вариант: выдерживаются сложившиеся по стране пропорции. Для определения величины T в (19) было принято, что территориальный фонд возвращает предприятию для осуществления природоохранных мероприятий фиксированный процент от R .

Второй вариант: территориальный фонд осуществляет поддержку только тех мероприятий, результатом внедрения которых будет уменьшение сбросов по "аварийным" ингредиентам. В необходимых случаях субсидии могут быть даже выше R за счет платежей других предприятий.

В работе рассмотрен случай, когда таким "аварийным" показателем является содержание цинка в водной среде. Рассматривался случай, когда территориальным фондом выделены средства целевым образом на осуществление двух мероприятий, уменьшающих валовый сброс цинка в сточных водах предприятия.

В данном случае предприятию оказалось выгодным "добровольно" финансировать осуществление всех остальных мероприятий из собственной прибыли, чтобы не платить еще больше за сверхнормативное загрязнение водной среды.

Третий вариант: территориальный фонд вообще не передает средства рассматриваемому предприятию. В этом случае оказалось, что набор значений "регуляторов" поведения предприятия (ставок платежей, нормативов сбросов и т.д.) таков, что для достижения максимума чистой прибыли ему все же придется осуществлять водоохранную деятельность, хотя и не в полном объеме.

Расчеты показали, что наиболее эффективной и для уменьшения сбросов загрязнений, и с позиций экономии средств территориальных органов, является политика селективной поддержки конкретных мероприятий в сочетании с выбором соответствующих значений нормативов сбросов и ставок платежей. В целом, это выгодней безадресного выделения субсидий на водоохранную деятельность предприятию, реа-

The mechanism of distribution of the territorial ecological foundations resources hasn't been defined on the normative basis yet. These foundations resources are formed, mainly, at the expense of enterprise payments for environmental pollution.

In calculations three variants of the principles of subsidizing from territorial foundations where realized. The first variant: the proportions, established around the country, are being controlled. For definition the value T in (19) it was assumed, that territorial foundation returns a fixed percent of R to the enterprise for actions realization.

The second variant: territorial foundation supports only the actions decreasing "ubnormal" compounds of pollution. In specific cases the subsidies may even exceed R at the expense of other enterprises payments.

In this study the case when the zinc content is such an "ubnormal" index is presented. It was supposed that territorial foundation subsidized only two actions decreasing zinc gross pollution mass in waste water.

In this case the enterprise turned out profitable to finance the realization of all other actions from its own profit.

In opposite case the enterprise had to pay more for beyond-permissible water pollution.

The third variant: territorial foundation doesn't subsidize the enterprise under consideration at all. In this case the set of the enterprise behavior "regulators" values is such that the enterprise should realize its water protective activity (if not in full body) in order to reach maximum of its net profit. Here payment rates and pollution norm are considered as "regulators".

The calculations showed, that the most effective politics both for decrease pollution masses and economy of territorial foundation resources is the selective support of specific actions in combination with corresponding "regulators" values. In general it's more profitable than non-address subsidizes to enterprise for its water protective activity realized in the first case or the politics of "whip" - in the third case.

лизированное в первом случае, или политики только "кнута" - в третьем случае.

В работе рассмотрен порядок лицензирования как механизм продажи предприятием другим организациям своего права на загрязнение.

Для повышения заинтересованности продавца могла бы увеличиваться его чистая прибыль, т.е. в (10)

$$L_j = l \sum_{i=1}^m Z_{ij} \quad (20)$$

где l - коэффициент, показывающий, какая часть выручки от продажи лицензий формирует чистый доход предприятия;

$$Z_{ij} = \max \{ 0, Q_i / (M_{pi} - M_{ij}) \} .$$

В нашей работе рассмотрена ситуация, когда территориальный фонд, обладая текущей информацией, за определенные отчисления берет на себя роль посредника между участниками подобных сделок. Тем самым предприятию-продавцу гарантируется сбыт лицензии, а в (20) l - можно считать заданной константой.

Таким образом, в модельных расчетах был использован механизм с элементом административного участия в перераспределении прав на остаточное загрязнение.

Расчеты по модели (10-20) наглядно показали, что использование механизма лицензирования может позволить предприятию найти средства для осуществления им дополнительных водоохраных мероприятий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность академику РАН О.Ф.Васильеву и члену-корреспонденту РАЕН Д.Г.Коневу - за полезные обсуждения и постоянное внимание к работе; А.М. Волкову - за предоставленные материалы наблюдений. Авторы считают приятным долгом отметить финансовую поддержку выполнения работы по линии Республиканской научно-технической программы "Информатизация России".

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Васильев О.Ф., Еременко Е.В. 1980. Моделирование трансформации соединений азота для управления качеством воды в водотоках // Водные ресурсы. №5. С.110-117.

Голуб А.А., Струкова Е.Б. 1993. Экономические методы управления природопользованием. // Наука. Москва.

Our research considers the order of licensing as a mechanism of enterprise selling its right for pollution to other organizations.

To increase the seller's interest the expression for net profit (10) should be given with following definition for L_j

$$(20) L_j = l \sum_{i=1}^m Z_{ij} ,$$

where l is the coefficient showing which part of proceeds of license sales forms net income of an enterprise;

$$Z_{ij} = \max \{ 0, Q_i / (M_{pi} - M_{ij}) \} .$$

In our research the situation when the territorial foundation with current information becomes a mediator between the participants of the bargain was considered. In this case foundation have the certain income for its mediator role.

This procedure guarantees enterprise-seller the sale of licence. Thus l is the given constant in (20).

Thus the mechanism with an element of administrative participation in the redistribution of the pollution rights is used in our simulation.

Our consideration clearly shows that use of licensing mechanism gives the enterprise the opportunity to find the resources for the additional water protective actions realization.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Academician O.F. Vasiliev and Professor D.G.Konev for useful discussions and continued attention to our research; Mr. A.M. Volkov for given observed data.

Our pleasant duty is to note the support of our research by National Program "Informatization of Russia".

REFERENCES

Dobbins, W.E. 1964. BOD and oxygen relationship in streams.// J.Sanit. Eng.Div.Proc.ASCE. Vol.90. N3. P.53-78.

El'piner L.I., A.V.Chupis, Yu.V. Panasovsky. 1992. Social-ecological questions of water resources use. // Nauka. Moscow. (in Russian)

Golub A.A. & E.B.Strukova. 1993.

Гофман К.Г. 1991. Экономический механизм природопользования в условиях перехода к рыночной экономике. // Экономика и мат.методы. Т.27. Вып. 2. С.180-188.

Закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды" от 19.12.91. 1992. // Республика. Москва.

Никаноров А.М., Никульченко Н.Н. 1990. К методике моделирования гидрохимического режима рек. // Гидрохим.материалы. Т.СV///. Гидрометеиздат. Ленинград. С.82-88.

Пряжинская В.Г. (ред.). 1992. Моделирование водохозяйственных систем (эколого-экономические аспекты). // ИВП РАН. Москва.

Спицын И.П., Соколова В.А. 1990. Общая и речная гидравлика.// Гидрометеиздат. Ленинград.

Эльпинер Л.И., Чупис А.В., Панасовский Ю.В. 1992. Социально-экологические вопросы использования водных ресурсов // Наука. Москва

Dobbins, W.E. 1964. BOD and oxygen relationship in streams.// J.Sant. Eng.Div.Proc.ASCE. Vol.90. N3. P.53-78.

Shnoor, J.L., C. Sato, D. McKetchnie, D. Sahoo. 1987.Processes, Coefficients and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters. EPA/600/3-87/015. U.S. EPA. Athens, GA. 30613.

Theil, H. 1971. Applied Economic Forecasting. North Holland. Amsterdam.

Economic methods of environmental management // Nauka. Moscow. (in Russian)

Gofman K.G. 1991. Economic mechanism of environmental use in transfer to market economics. // Ekonomika i Matematicheskie metody. Vol.27. N2. P.180-188 (in Russian)

Nikanorov A.M. & N.N. Nikul'chenko. 1990. To modelling procedure of hydrochemical regime. // Gidrokhimich. materialy Vol.58. Gidrometeoizdat. Leningrad. P.82-88 (in Russian)

Prjatzinskaja, V.G.(ed.) 1992. Modelling of water economy systems (ecologico-economic aspects) // IVP RAN. Moscow. (in Russian)

Shnoor, J.L., C.Sato, D.McKetchnie, D.Sahoo. 1987. Processes, Coefficients and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters. EPA/600/3-87/015. U.S. EPA. Athens, GA. 30613.

Spitsin, I.P. & V.A. Sokolova. 1990. General and river hydraulics. // Gidrometeoizdat. Leningrad. (in Russian)

Theil, H. 1971. Applied Economic Forecasting. // North Holland. Amsterdam.

The Law "About environmental protection". 1992. // Respublika.Moscow. (in Russian)

Vasiliev, O.F., E.B. Eremenko. 1980. Modelling of nitrogen compounds transformation for water quality management in streams // Vodnye Resursy. N5. P.110-117 (in Russian)

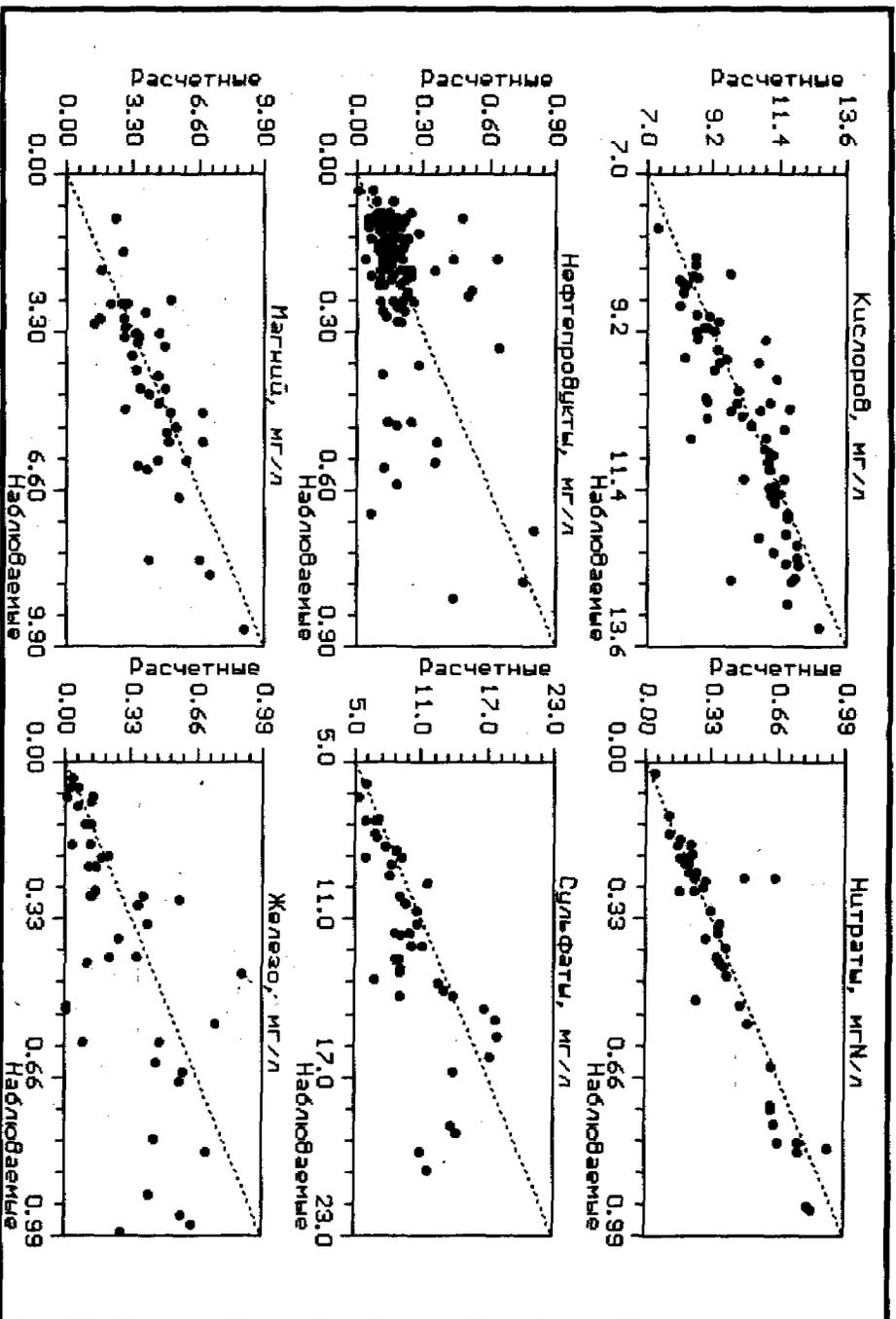
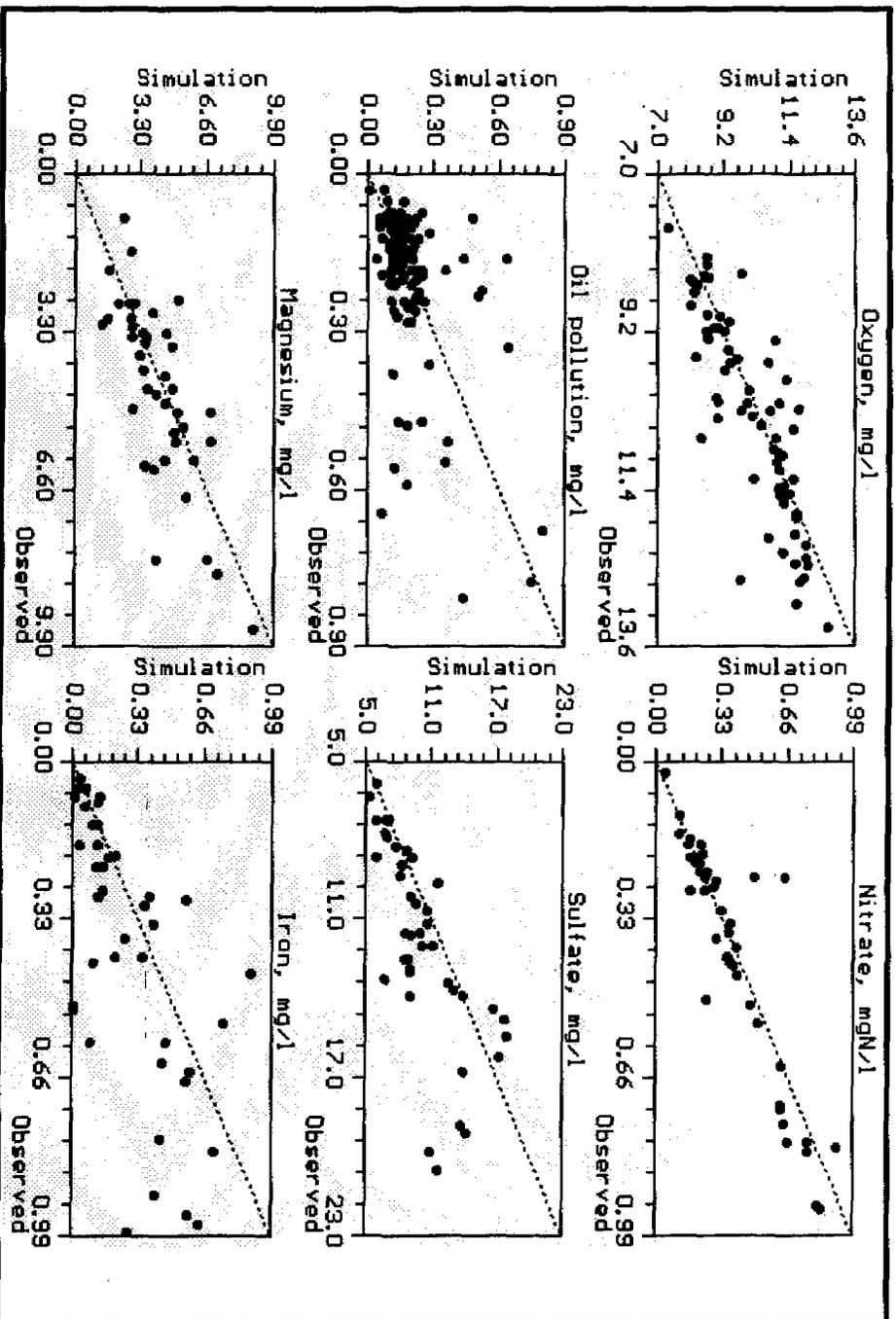


РИС. 1 (FIG. 1)



МОДЕЛИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
ВОДНОГО МОНИТОРИНГА И ОПТИМИЗАЦИИ
ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Цхай А.А., к.ф.-м.н.;
Агейков В.Ю.; к.ф.-м.н.;
Институт водных и экологических
проблем СО РАН;
Кошелев К.Б., к.ф.-м.н.;
Лейтес М.А., к.т.н.; Цхай Т.В.,
Алтайский филиал РосНИИ
информационных технологий и систем
автоматизированного проектирования
Миннауки и технической политики РФ.

ТЕЗИСЫ

Сформулирована модель качества воды в реке, предлагаемая для использования в составе инструментальных средств водного мониторинга. Модель параметризована по данным наблюдений ряда лет за гидрохимическим режимом реки Обь у города Барнаула, одного из индустриальных центров Сибири.

На основе ныне действующей нормативной базы сформулирована модель поведения предприятия в условиях платы за загрязнение водной среды и частичной компенсации его затрат на проведение водоохраных мероприятий. Критерием оптимальности служит максимум чистой прибыли предприятия в зависимости от финансирования его водоохранной деятельности из всех возможных ныне источников. Приведены результаты расчетов для одного из предприятий г.Барнаула.

ВВЕДЕНИЕ

Работы по созданию моделирующей системы управления качеством воды в Верхней Оби, на территории Алтайского края ведутся нами в двух направлениях.

В модельных расчетах необходимо учитывать природный ресурс самоочищения реки. Поэтому одним из элементов разрабатываемой системы стала модель мониторинга качества воды в реке.

В настоящее время накоплен определенный опыт моделирования гидрохимического режима рек (см., например, Shnoor et al.,

MODELS FOR WATER MONITORING
AND OPTIMIZATION OF ENTERPRISE WATER
PROTECTIVE ACTIVITY
IN PRESENT-DAY CONDITIONS

Dr Tskhai A.A.;
Dr Ageikov V.Yu.;
Institute for Water and
Environmental Problems,
Siberian Division of the Russian
Academy of Sciences;
Dr Koshelev K.B.;
Dr Leites M.A.; Tskhai T.V.,
Altai Branch of National Research
Institute for Informatic Technologies.

ABSTRACT

The river water quality model was formulated. This model is proposed to be used as an instrumental aid for water monitoring. The model was calibrated by means of the long-standing observations of the Ob-river hydrochemical regime near Barnaul (an industrial city in Siberia).

The model of enterprise (water user) behavior was constructed in accordance with present-day Russian normative basis. According to this model an enterprise pays for its water pollution and receives partial financial support for its water protective activity. The optimality criterion is maximum enterprise net profit depending on variants of subsidization of its water protective activity from all possible sources. The results of ecologico-economic modelling for one of the Barnaul enterprises are presented in the report.

INTRODUCTION

Our water quality management model system for Upper Ob-river in boundaries of Altai region is developed in two directions.

In such research it is necessary to take into account the factor of river self-purification. Therefore water quality monitoring model has become one of our being developed elements.

Now the certain experience of river hydrochemical regime modelling is accumulated (see, for example, Shnoor et al., 1987; Nikanorov & Nikul'chenko, 1990). The simplest variant of this approach is used in our research.

1987; Никаноров и Никульченко 1990). В нашей работе использовался простейший вариант данного подхода, рассчитанный на использование стандартных данных служб Роскомгидромета, осуществляющих сейчас водный мониторинг в России.

Особенностью нашей работы является проведение калибровки модели качества воды по данным наблюдений именно на моделируемом участке реки.

Режим платности природопользования с последующим инвестированием получаемых средств в развитие относительно «чистых» технологий является наиболее эффективным средством снижения уровня антропогенной нагрузки (Гофман, 1991; Эльпинер и др., 1992; Голуб и Струкова, 1993).

Закон «Об охране окружающей природной среды» (Закон..., 1992) определяет существующий на сегодня в России экономический механизм управления природопользованием.

Это позволяет уточнить и конкретизировать использованные в литературе (см., например, Пряжинская, ред., 1992) модели поведения предприятия в условиях платы за загрязнение водной среды и частичной компенсации его затрат на проведение водоохраных мероприятий.

Ранее в качестве критерия оптимизации, как правило, выбирался минимум средних годовых затрат предприятия на водоохрану в условиях, когда фактические сбросы предприятия не превышают временно согласованных величин для всех ингредиентов.

Согласно (Закону..., 1992) платежи предприятия за загрязнение осуществляются за счет двух источников – себестоимости произведенной продукции и прибыли. В решаемой нами задаче оптимизации максимизируется величина чистой прибыли предприятия.

На примере одного из предприятий г.Барнаула проведены модельные расчеты для различных вариантов экономических механизмов, согласующихся с действующей нормативной базой.

Our model uses the standard data set of Roscomgidromet (Russian National Committee of Environmental Monitoring).

Our model peculiarity is a calibration of water quality model by means of observed data on the simulated river part.

The most effective method of anthropo-genic load decrease is the regime of deterrent tax, under which these funds are used for development of environmental safety technologies (Gofman, 1991; El'piner et al., 1992; Golub & Strukova, 1993).

The new State Law «About environmental protection» (Law, 1992) defines the present-day economic mechanism for environmental management in Russia.

Now previous ecologico-economic models of enterprise behavior (see, for example, Prjzhinskaja, ed., 1992) can be revised and defined in details. Formerly the optimality criterion for enterprise was defined as minimum of its annual expenses for environmental protection. In these models factual enterprise pollution should be less than «temporary upon consultation» amount for every pollutant.

Now in accordance with the State Law the enterprise pays for its pollution at the expense of product cost and profit.

Therefore in our research the optimality criterion is maximum enterprise net profit.

The simulation of different economic mechanisms used in the model are presented for the chemical enterprise in Barnaul. All these variants are in agreement with present-day Russian normative basis.

Гидравлический блок

Гидравлический блок представляет собой вариант одномерной системы уравнений для установившегося неравномерного движения воды с учетом боковой приточности в непризматическом русле реки (Спицын и Соколова, 1990). Задача прогноза решается для 18 периодов в течение расчетного года: для паводка (апрель-июнь) – ежедекадно, для остального времени – ежемесячно.

Схематизация русла выбрана следующая. Русло реки разделено на участки, ограниченные створами. Ширина створа находится линейной интерполяцией в зависимости от текущей отметки уровня в балтийской системе высот. Для этого используются данные натуральных измерений современных характеристик реки. Это позволяет считать пренебрежимо малой естественную деформацию русла. Уклон дна внутри каждого участка считается постоянным.

Сначала по заданным расходам в створах реки и сосредоточенных притоках (сбросах) определяется боковая приточность на каждом участке.

Затем по уровню неразрывности рассчитывается значение расхода воды в узлах расчетной сетки. После этого в замыкающем створе по эмпирической кривой связи расходов и уровней определяются глубина потока и отметка уровня. Эффект паводочной петли учтен. В расчетах для первой половины паводка используется ветвь подъема петли, а для второй половины – ветвь спада.

Решая с помощью метода Эйлера уравнение движения воды против направления водотока, определяем пространственное распределение глубины h , площади водного сечения w и средней по сечению скорости течения u .

Блок прогноза качества воды

Модель качества воды воспроизводит пространственное распределение в реке содержания двадцати видов химических показателей: (1) БПК₅, (2) дефицита кислорода, (3) взвеси, (4) ХПК, (5) аммония, (6) нитритов, (7) нитратов, (8) СПАВ, (9) нефте-

Hydraulic Block

Hydraulic model block is based on one-dimensional equations for quasi-steady with time and longitudinal nonuniform flow with due regard for the lateral inflow in nonprismatic channel (Spitsin & Sokolova, 1990). The forecast is performed for 18 periods during the year: for every ten-day interval in flood (April-June) and for every month in another hydrological periods.

In the model the channel form is described as a sequence of the parts separated by the cross-sections. The width of the cross-sections is calculated by means of a linear interpolation depending on the true level. For this purpose data of regime measurements of present-day river characteristics are used. Therefore it is supposed that natural deformation of channel is negligible. The grade of bottom within every part is assumed as a corresponding constant.

First, the lateral inflow per unit length of channel is calculated by means of specified discharges in the cross-sections and the point tributaries (or agri-industrial waste).

After that in accordance with an equation of continuity the discharge distribution in nodal points of the calculated network is found. Further the depth and true level in final cross-section is determined by means of the empirical curve of the connection between discharges and levels.

The effect of a flood loop is taken into account. The rise branch of the loop is used at the beginning of the flood. The fall branch of the loop is used at the end of the flood.

The spatial distribution of the depth h , the area of the flow cross-section w and the mean discharge velocity of flow u are determined using the Euler's method for finding the dynamic equation solution.

Water Quality Forecasting Block.

Water quality model simulates the river spatial distribution for the values of twenty contaminants: (1) BOD, (2) oxygen deficit, (3) suspended matter, (4) COD, (5) ammonia, (6) nitrite, (7) nitrate, (8) synthetical surface-active matter, (9) oil-pollution, (10) phenol, (11)

продуктов, (10) фенолов, (11) гексахлорана, (12) хлора, (13) сульфатов, (14) магния, (15) кальция, (16) линдана, (17) железа, (18) меди, (19) свинца и (20) фосфатов для 18 характерных периодов года.

Уравнения модели в квазистационарном одномерном горизонтальном приближении выглядят следующим образом:

$$\frac{d(QC_i)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(E w \frac{dC_i}{dx} \right) + w H_i + G_i \quad (1)$$

Здесь x – продольная координата вдоль русла; Q – расход воды; C_i – содержание i -го химического соединения (индекс i изменяется от 1 до 20); E – коэффициент продольной дисперсии; H_i – член, характеризующий неконсервативность рассматриваемого i -го соединения; G_i – путевая нагрузка на единицу длины водотока (характеристика неточечных источников загрязнений).

Величина H_i определена по типу реакции первого порядка с коэффициентами неконсервативности K_i :

$$H_i = -K_i C_i \quad \text{для } i = 3, 4, 8 - 19 \quad (2)$$

Считается, что динамика изменения содержания БПК5 ($i=1$) и дефицита кислорода ($i=2$) описывается моделью типа РК – БПК (см., например, Dobbins, 1964)

$$H_i = - (K_1 + K_3) C_i; \quad (3)$$

$$H_i = -K_2 C_2 + K_1 C_1 + P_1 K_5 C_5 + P_2 K_6 C_6 + J/h$$

Здесь K_3 – коэффициент седиментации, J – поток кислорода, обусловленный поглощением донными отложениями и фотосинтезом, P_1 и P_2 – коэффициенты пересчета потерь кислорода при нитрификации.

При расчете трансформации азотных соединений ($i = 5 - 7$) используется следующая схема нитрификации (Васильев и Еременко, 1980)

$$H_5 = -K_5 C_5 + P_3 K_4 C_4; \quad (4)$$

$$H_6 = -K_6 C_6 + K_5 C_5; \quad H_7 = -K_7 C_7 + K_6 C_6;$$

Здесь P_3 – коэффициент пересчета для процесса аммонификации.

hexachloran, (12) chlorine, (13) sulfate, (14) magnesium, (15) calcium, (16) lindane, (17) iron, (18) copper, (19) lead, (20) phosphate for 18 periods of the year.

The model equations in quasi-steady one-dimensional horizontal approach are defined as:

$$\frac{d(QC_i)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(E w \frac{dC_i}{dx} \right) + w H_i + G_i \quad (1)$$

Where x is the longitudinal coordinate of the cross-section; Q is the rate of water discharge; C_i is the concentration of the i -th chemical compound (index i varies from 1 to 20); E is the coefficient of longitudinal dispersion; H_i characterizes the rate of kinetic transformation for i -th chemical compound; G_i is the lateral load per unit length of channel (the characteristic of non-point sources of pollution).

An assumption of kinetics of the first order is used in the model. Thus

$$H_i = -K_i C_i \quad \text{для } i = 3, 4, 8 - 19 \quad (2)$$

The equations similar to well-known DO-BOD model (see, for example, Dobbins, 1964) described the dynamics of the oxygen and biochemical oxygen demand contents.

$$H_i = - (K_1 + K_3) C_i; \quad (3)$$

$$H_i = -K_2 C_2 + K_1 C_1 + P_1 K_5 C_5 + P_2 K_6 C_6 + J/h$$

Here K_3 is the coefficient of sedimentation, J is the flux of oxygen into bottom per unit area, P_1 and P_2 are the coefficients of conversion.

The following scheme of nitrification (Vasiliev & Eremenko, 1980) is used

$$H_5 = -K_5 C_5 + P_3 K_4 C_4; \quad (4)$$

$$H_6 = -K_6 C_6 + K_5 C_5; \quad H_7 = -K_7 C_7 + K_6 C_6;$$

Here P_3 is the coefficient of conversion.

Процесс минерализации фосфора описывается как

$$H_{20} = -K_{20}C_{20} + P_4K_4C_4; \quad (5)$$

Где P_4 – коэффициент пересчета в фосфорные единицы.

Температурная зависимость коэффициентов задана как

$$K_i(T) = K_a A^{(T-20)} \text{ для } i = 1; 2; 4 - 20 \quad (6)$$

Здесь T – температура. Константа A принимается равной 1.05, а зависимость величин K_{oi} от гидрологических характеристик определяется при параметризации модели. Величины P_i оцениваются в соответствии с реальными стехиометрическими соотношениями.

Величина G_i может быть определена как

$$G_i = C_{ib} q \quad (7)$$

Здесь C_{ib} – содержание i -го соединения в водах, поступающих с боковой приточностью q .

При наличии притока (точечного источника загрязнений) с постоянной интенсивностью в течение расчетного периода величина C_i в узле впадения притока определяется как

$$C_{if} = \frac{C_{is} Q_s + C_{ia} Q_a}{Q_s + Q_a} \quad (8)$$

Здесь C_{ia} и Q_a – содержание i -го соединения и расход воды в притоке. Индекс «f» отличает величину параметра ниже узла впадения притока, «s» – значение параметра выше узла впадения притока.

Граничные условия имеют вид

$$w(x_1) = w_1, \quad C_1(x_0) = C_a, \quad \frac{dC_1}{dx}(x_1) = 0; \quad (9)$$

Здесь x_0 и x_1 – соответственно, начальный и замыкающий створы моделируемого участка реки.

The process of phosphorus mineralization is described as

$$H_{20} = -K_{20}C_{20} + P_4K_4C_4; \quad (5)$$

Where P_4 is the coefficient of conversion.

The temperature dependence of coefficients K_i is defined as

$$K_i(T) = K_a A^{(T-20)} \text{ для } i = 1; 2; 4 - 20 \quad (6)$$

Here T is the temperature. The constant A is equal to 1.05. The dependences of the coefficients K_{oi} from hydrological characteristics are determined during the parametrization. The values of P_i are estimated by following stoichiometric relations.

The value G_i may be defined as

$$G_i = C_{ib} q \quad (7)$$

Where C_{ib} is the content of i -th compound in lateral inflow q .

The value C_i in the point, where the tributary (or the point source of pollution) flows into the river, is determined as

$$C_{if} = \frac{C_{is} Q_s + C_{ia} Q_a}{Q_s + Q_a} \quad (8)$$

Here C_{ia} and Q_a are the content of i -th compound and the rate of discharge in the tributary. The index «f» marks the value of parameter below the point, where the tributary flows into the river. Index «s» marks its previous value.

Boundary conditions are defined as

$$w(x_1) = w_1, \quad C_1(x_0) = C_a, \quad \frac{dC_1}{dx}(x_1) = 0; \quad (9)$$

Here x_0 and x_1 are the upstream and downstream sections of the channel, respectively.

КАЛИБРОВКА МОДЕЛЕЙ САМООЧИЩЕНИЯ

Для калибровки моделей самоочищения используется аналитическое решение дифференциальной задачи (1-9). При идентификации использованы данные наблюдений за гидрохимическим режимом на участке реки Оби, ограниченном створами: 7 км выше и 13.7 км ниже г.Барнаула в 1984-88 гг.

При калибровке было принято упрощающее предположение об однородности распределения источников загрязнения по длине рассматриваемого участка и об их постоянной интенсивности в течение расчетного периода. Это достаточно грубое упрощение, однако, не является слишком далеким от реальности. Основные источники загрязнений на этом урбанизированном участке - промышленные и коммунальные стоки - в целом, относительно постоянны в течение расчетного периода и рассредоточены по берегу реки.

Значения параметров K_{oi} , K_3 , G_i и J , входящих в уравнения (1-9), были оценены с помощью алгоритма Маквардта - нелинейного метода наименьших квадратов.

Для оценки адекватности модельного описания данным наблюдений использовался статистический критерий Тейла Cr (Theil, 1971)

$$Cr = \sum_{i=1}^n (E_i - F_i)^2 / \left(\sum_{i=1}^n E_i^2 + \sum_{i=1}^n F_i^2 \right)$$

Где n - число наблюдений, E_i и F_i - соответственно, расчетные и измеренные величины содержания веществ.

Получены следующие предварительные результаты:

(для $i=2$) $K_{o2}=1.3 \text{ сут}^{-1}$; $J=3.0 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут}$;
 $P_1=3.0$; $P_2=1.0$; $Cr_2=0.04$.

(для $i=3$) $K_3=0.1 \text{ сут}^{-1}$; $G_3=10.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$;
 $Cr_3=0.28$.

(для $i=8$) $K_{o8}=0.1 \cdot u^{0.1} \cdot h^{-1.0}$; $G_8=1.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$;
 $Cr_8=0.54$.

(для $i=9$) $K_{o9}=0.001 \cdot u^{0.001} \cdot h^{-4.1}$; $G_9=1.0 \text{ г/м} \cdot \text{сут}$;
 $Cr_9=0.36$.

Для остальных i значения параметров сведены в табл.1. На рис.1 приведено сравнение данных расчета и наблюдений по ряду химических показателей.

CALIBRATION OF SELF-PURIFICATION MODELS.

The analytical solution of the differential problem(1-9) is used for the calibration of the self-purification models. The hydrochemical regime observed data of 1984-88 are used for the calibration. These data correspond to the Ob-river part limited by two cross-sections: 7 km above and 13.7 km below Barnaul.

For simplicity we considered two assumptions for simulated period. First, the pollution sources distribution along this river part is uniform. Second, these intensities are the constants. This hypothesis is only a crude approximation. But it is not too far from reality. The main pollution sources in this urban region are domestic and industrial waste which are diffused along the river. These intensities change sufficiently slightly during the year.

The K_{oi} , K_3 , G_i , J , P_i parameters values from equations (1-9) were estimated by means of the special procedure (nonlinear method of the smallest squares).

The Theil statistical criterion (Theil, 1971) was used for estimation of the adequacy of observed and simulated data. This criterion Cr characterizes the deviation degree of the full-scale data of E_i from the calculated F_i

$$Cr = \sum_{i=1}^n (E_i - F_i)^2 / \left(\sum_{i=1}^n E_i^2 + \sum_{i=1}^n F_i^2 \right)$$

Where n is the number of observations. The preliminary results are in the Tabl.1

Besides that the following values are calculated:

(for $i=2$) $K_{o2}=1.3 \text{ day}^{-1}$; $J=3.0 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$;
 $P_1=3.0$; $P_2=1.0$; $Cr(2)=0.04$.

(for $i=3$) $K_3=0.1 \text{ day}^{-1}$; $G_3=10.0 \text{ g/m} \cdot \text{day}$;
 $Cr(3)=0.28$.

(for $i=8$) $K_{o8}=0.1 \cdot u^{0.1} \cdot h^{-1.0}$; $G_8=1.0 \text{ g/m} \cdot \text{day}$;
 $Cr(8)=0.54$.

(for $i=9$) $K_{o9}=0.001 \cdot u^{0.001} \cdot h^{-4.1}$; $G_9=1.0 \text{ g/m} \cdot \text{day}$;
 $Cr(9)=0.36$.

The comparison of simulated and observed data for some chemical compounds is shown in Fig.1.

ТАБЛИЦА 1. Значения параметров моделей самоочищения

i	K_{oi}	G_i	Cr_i
	сут ⁻¹	г/м·сут	
1	0.15	1.0	0.31
4	0.18	0.0	0.33
5	0.1	0.4	0.26
6	0.7	0.0	0.29
7	0.01	0.4	0.13
10	0.01	0.0035	0.32
11	0.02	0.0000035	0.37
12	0	20.0	0.19
13	0	10.0	0.15
14	0	7.5	0.14
15	0	10.0	0.07
16	0.02	0.00005	0.27
17	0	0.5	0.27
18	0	0.001	0.41
19	0	0.0028	0.20
20	0.01	0.8	0.32

TABLE 1. Parameters values for self-purification models

i	K_{oi}	G_i	$Cr(i)$
	day ⁻¹	g/m day	
1	0.15	1.0	0.31
4	0.18	0.0	0.33
5	0.1	0.4	0.26
6	0.7	0.0	0.29
7	0.01	0.4	0.13
10	0.01	0.0035	0.32
11	0.02	0.0000035	0.37
12	0	20.0	0.19
13	0	10.0	0.15
14	0	7.5	0.14
15	0	10.0	0.07
16	0.02	0.00005	0.27
17	0	0.5	0.27
18	0	0.001	0.41
19	0	0.0028	0.20
20	0.01	0.8	0.32

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ

Формулировка модели

В качестве критерия оптимизации выбран максимум Φ – величины чистой прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после осуществления платежей за загрязнение водной среды и финансирования своей водоохранной деятельности

$$\Phi = B - N - F - G + L \quad (10)$$

Здесь B – балансовая прибыль предприятия, исчисляемая как

$$B = D - S \quad (11)$$

Где D – выручка; S – себестоимость продукции; N – величина налога на прибыль, рассчитываемая как

$$N = d \cdot B \quad (12)$$

При d – ставке налога на прибыль.

Величина платежей за загрязнение водной среды R есть

$$R = P + F \quad (13)$$

Где P и F – соответственно, платежи предприятия за нормативное и сверхнормативное загрязнение. При этом P – относится на себестоимость произведенной продукции.

Величина G в (10) характеризует «добровольные» затраты предприятия из чистой прибыли на финансирование водоохранных мероприятий.

Величина L в (10) показывает чистый доход предприятия от продажи лицензий на загрязнение. Этот механизм предусмотрен (Законом..., 1992), но пока не запущен в действие на практике.

Пусть существует m водоохранных мероприятий: $\{A_k\}$, где $k=1-m$, которые могли быть включены в план предприятия, если были бы обеспечены ресурсами. Каждому j -тому набору мероприятий можно поставить в соответствие величину X_j – затраты на его осуществление.

Далее для упрощения используются следующие предположения: (а) $D = \text{const}$, т.е. осуществление водоохранных мероприятий

OPTIMIZATION MODEL
OF ENTERPRISE WATER
PROTECTIVE ACTIVITY

Formulation of the Model

Maximum of the net profit Φ is chosen as a criterion of optimization. It remains at the enterprise disposal after paying for water pollution and financing its water protective activity

$$\Phi = B - N - F - G + L \quad (10)$$

Here B is the balance profit of the enterprise, which is calculated as

$$B = D - S, \quad (11)$$

where D is the gain, S is the product cost, N is the profit tax value, which is estimated as

$$N = d B, \quad (12)$$

where d is the profit tax rate.

The value of the payment for water pollution R is

$$R = P + F, \quad (13)$$

where P and F are the enterprise payments for permissible and beyond-permissible pollutions, respectively. In this case P refers to the manufactured product cost.

The term G in (10) characterizes the voluntary expenses of the enterprise from its profit for financing water protective actions.

The term L in (10) shows the net profit of the enterprise from selling its licenses for pollution. This mechanism is stipulated by the (Law ..., 1992), but it hasn't been used in practice yet.

Let there be m water protective actions: $\{A_k\}$, where $k=1-m$. If they were provided with resources, they would be included into the

не влияет на выручку предприятия; (б) Все рассматриваемые мероприятия субсидируются как капитальные вложения, что упрощает вид выражения для налоговых льгот. Учет прочих видов водоохранных затрат при расчете размера налога может быть выполнен при незначительной корректировке.

В таком случае, при осуществлении j-того набора мероприятий себестоимость продукции S_j , балансовая прибыль B_j и прочие показатели предприятия в формулах (10–13) могут быть записаны как

$$S_j = S(0) - P(0) + P_j + n \cdot X_j, \quad B_j = D - S_j \quad (14)$$

где $S(0)$ и $P(0)$ – соответственно, себестоимость продукции и платежи предприятия за нормативное загрязнение в отсутствие мероприятий; n – коэффициент амортизационных отчислений на восстановление водоохранных сооружений и объектов; P_j – платежи за нормативное загрязнение после осуществления j-того набора мероприятий

$$P_j = \sum_{i=1}^m V_{ij} \quad (15)$$

где $V_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } (M_i(0) - M_{ij}) \leq 0; \\ Q_i (M_i(0) - M_{ij}), & \text{если } 0 < (M_i(0) - M_{ij}) < Mn_i; \\ Q_i \cdot Mn_i, & \text{если } (M_i(0) - M_{ij}) > Mn_i. \end{cases}$

Здесь $M_i(0)$ и Mn_i – величины реального в отсутствие мероприятий и предельно допустимого сбросов предприятием i-того вида загрязнений, Q_i – соответствующая дифференцированная ставка платежей за загрязнение i-тым соединением в пределах установленных предельно допустимых нормативов сбросов. (Законом предусмотрено еще два уровня платежей, кроме Q_i . Превышающая предельно допустимую величину Mn_i часть валового сброса оплачивается со ставкой K_i , а к его части, превышающей и временно согласованную величину M_{ij} применяется ставка $5 \cdot K_i$). Величина M_{ij} характеризует уменьшение сброса загрязнения i-того вида в результате осуществления j-того набора мероприятий.

enterprise plan. The value X_j is the expenditure for realization of actions which are included in j-th actions set. Then for simplicity, the following assumptions were used: (a) $D = \text{const}$. It means that the realization of enterprise water protective actions doesn't influence the enterprise gain; (b) All the considering actions are subsidized as investments. This assumption allows to use simpler expression. The account of expenses on another water protective actions can be executed with small correction.

In this case, for the realization of the j-th actions set, the cost price S_j , the balance profit B_j and other indexes of enterprise activity in the formulas (10–13) may be written as

$$S_j = S(0) - P(0) + P_j + n \cdot X_j, \quad B_j = D - S_j \quad (14)$$

where $S(0)$ and $P(0)$ are the product cost and enterprise payment for permissible pollution in the absence of water protective actions respectively; n is the coefficient of the depreciation charges; P_j is the payment for the permissible pollution after the realization of j-th actions set.

$$P_j = \sum_{i=1}^m V_{ij} \quad (15)$$

where $V_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{if } (M_i(0) - M_{ij}) \leq 0; \\ Q_i (M_i(0) - M_{ij}), & \text{if } 0 < (M_i(0) - M_{ij}) < Mn_i; \\ Q_i \cdot Mn_i, & \text{if } (M_i(0) - M_{ij}) > Mn_i. \end{cases}$

Here $M_i(0)$ is the real pollution mass of the i-th compound in the actions absence; Mn_i is the maximum permissible norm of enterprise pollution mass of the i-th compound; Q_i – corresponding differential payment rate for pollution by the i-th compound within maximum permissible norm. (The Law stipulates two payment rate levels except Q_i . The part of the total pollution mass, exceeding the norm Mn_i , is paid with the K_i rate. The $5K_i$ rate is applied to its part, exceeding, temporary conformed M_{ij} norm). The value M_{ij} characterizes the decrease of i-th compound of pollution mass as a result of the j-th actions set realization.

Выражение для налога на прибыль при использованных предположениях с учетом налоговых льгот может быть записано как

$$N_j = d \cdot (B_j - \min(0.3 \cdot X_j; 0.5 \cdot B_j)) \quad (16)$$

Величина F_j – платежей за сверхнормативное загрязнение есть

$$F_j = \min \{ \text{EMBED Equation } W_{ij}, c(B_j - N_j) \} \quad (17)$$

$$\begin{cases} 0, & \text{если } (M_j(0) - M_{ij}) < Mn_i; \\ \text{где } W_{ij} = \{ K_i (M_i(0) - M_{ij} - Mni), & \\ & \text{если } Mn_i < (M_i(0) - M_{ij}) < Ms_i; \\ & \{ K_i(Ms_i - Mn_i) + 5K_i \cdot (M_i(0) - M_{ij} - Ms_i), \\ & \text{если } Ms_i < (M_i(0) - M_{ij}). \end{cases}$$

Здесь c – предельный размер платежа за сверхнормативное загрязнение в % от чистой прибыли.

При этом, чтобы деятельность предприятия не подлежала по Закону прекращению, должно выполняться условие

$$F_j < B_j - N_j \quad (18)$$

Естественным ограничением осуществления возможных мероприятий предприятия является уровень финансирования его водоохранной деятельности. В формализованном виде это условие выглядит следующим образом

$$X_j < I + T + n \cdot X_j + G \quad (19)$$

Где I – субсидии из госбюджета;

T – поступления из территориальных экологических фондов.

Третий член в правой части неравенства (19) характеризует амортизационные отчисления, входящие в себестоимость продукции, на введенные в эксплуатацию водоохранные сооружения.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе данных одного из химических предприятий г.Барнаула рассмотрено изменение оптимального набора мероприятий для различных вариантов порядка взаиморасчетов с предприятием при осуществлении им водоохранной деятельности.

В расчетах использованы величины ставок платежей за загрязнение, установленных местными органами власти в 1991 г., и

The expression for the profit tax under permissible the Law privilege can be written as

$$(16) N_j = d(B_j - \min(0.3X_j; 0.5B_j))$$

The term F_j is the payment for beyond-permissible pollution. It is calculated as

$$F_j = \min \{ \text{EMBED Equation } W_{ij}, c(B_j - N_j) \} \quad (17)$$

$$\begin{cases} 0, & \text{if } (M_j(0) - M_{ij}) < Mn_i; \\ \text{where } W_{ij} = \{ K_i (M_i(0) - M_{ij} - Mni), & \\ & \text{if } Mn_i < (M_i(0) - M_{ij}) < Ms_i; \\ & \{ K_i(Ms_i - Mn_i) + 5K_i \cdot (M_i(0) - M_{ij} - Ms_i), \\ & \text{if } Ms_i < (M_i(0) - M_{ij}). \end{cases}$$

Here c is the maximum level of payment for beyond-permissible pollution in percent of net profit. In this case it is essential that the enterprise activities not be terminated, lest the following condition should be satisfied:

$$F_j < B_j - N_j \quad (18)$$

The level of financing of water protective activity of the enterprise limits its possible actions realization. This condition is looking as

$$X_j < I + T + n \cdot X_j + G \quad (19)$$

where I is the budgetary subsidies; T is the receipts from territorial ecological foundations.

The third term in the right part of the inequality (19) characterizes the depreciation charges included in product cost on water-protective constructions put into operation.

RESULTS AND DISCUSSION

The change of the optimum actions set for different variants of subsidy order with the enterprise under its water protective activity is considered. This question is studied on one of Barnaul chemical enterprises data basis.

The real values of payment rates for pollution are used in calculation. These values are prescribed by Altai local authorities in 1991.

данные по реальным мероприятиям, их эффективности в виде уменьшения объемов сбросов по конкретным видам загрязнений и затратам на осуществление в базовых ценах 1989 г.

До сих пор нормативно не определен механизм распределения средств территориальных экологических фондов, основным источником формирования которых являются платежи предприятий за загрязнение окружающей среды. В расчетах, реализованы три варианта принципов субсидирования из территориальных фондов.

Первый вариант: выдерживаются сложившиеся по стране пропорции. Для определения величины T в (19) было принято, что территориальный фонд возвращает предприятию для осуществления природоохранных мероприятий фиксированный процент от R .

Второй вариант: территориальный фонд осуществляет поддержку только тех мероприятий, результатом внедрения которых будет уменьшение сбросов по «аварийным» ингредиентам. В необходимых случаях субсидии могут быть даже выше R за счет платежей других предприятий.

В работе рассмотрен случай, когда таким «аварийным» показателем является содержание цинка в водной среде. Рассматривался случай, когда территориальным фондом выделены средства целевым образом на осуществление двух мероприятий, уменьшающих валовый сброс цинка в сточных водах предприятия.

В данном случае предприятию оказалось выгодным «добровольно» финансировать осуществление всех остальных мероприятий из собственной прибыли, чтобы не платить еще больше за сверхнормативное загрязнение водной среды.

Третий вариант: территориальный фонд вообще не передает средства рассматриваемому предприятию. В этом случае оказалось, что набор значений «регуляторов» поведения предприятия (ставок платежей, нормативов сбросов и т.д.) таков, что для достижения максимума чистой прибыли ему все же придется осуществлять водоохранную деятельность, хотя и не в полном объеме.

Расчеты показали, что наиболее эффективной и для уменьшения сбросов загрязнений, и с позиций экономии средств территориальных органов, является политика селективной поддержки конкретных мероприятий в сочетании с выбором соответствующей

The information on real actions: their efficiency as decrease of waste and expenses for their realization at the price of 1989 is used.

The mechanism of distribution of the territorial ecological foundations resources hasn't been defined on the normative basis yet. These foundations resources are formed, mainly, at the expense of enterprise payments for environmental pollution.

In calculations three variants of the principles of subsidizing from territorial foundations where realized.

The first variant: the proportions, established around the country, are being controlled.

For definition the value T in (19) it was assumed, that territorial foundation returns a fixed percent of R to the enterprise for actions realization.

The second variant: territorial foundation supports only the actions decreasing «ubnormal» compounds of pollution. In specific cases the subsidies may even exceed R at the expense of other enterprises payments.

In this study the case when the zinc content is such an «ubnormal» index is presented. It was supposed that territorial foundation subsidized only two actions decreasing zinc gross pollution mass in waste water.

In this case the enterprise turned out profitable to finance the realization of all other actions from its own profit.

In opposite case the enterprise had to pay more for beyond-permissible water pollution.

The third variant: territorial foundation doesn't subsidize the enterprise under consideration at all. In this case the set of the enterprise behavior «regulators» values is such that the enterprise should realize its water protective activity (if not in full body) in order to reach maximum of its net profit. Here payment rates and pollution norm are considered as «regulators».

The calculations showed, that the most effective politics both for decrease pollution masses and economy of territorial foundation resources is the selective support of specific actions in combination with corresponding «regulators» values. In general it's

ших значений нормативов сбросов и ставок платежей. В целом, это выгодней безадресного выделения субсидий на водоохранную деятельность предприятию, реализованное в первом случае, или политики только «кнута» – в третьем случае.

В работе рассмотрен порядок лицензирования как механизм продажи предприятием другим организациям своего права на загрязнение.

Для повышения заинтересованности продавца могла бы увеличиваться его чистая прибыль, т.е. в (10)

$$L_j = l \sum_{i=1}^m Z_{ij} \quad (20)$$

где l – коэффициент, показывающий, какая часть выручки от продажи лицензий формирует чистый доход предприятия;

$$Z_{ij} = \max \{0, Q_i (Mn_i - M_{ij})\}.$$

В нашей работе рассмотрена ситуация, когда территориальный фонд, обладая текущей информацией, за определенные отчисления берет на себя роль посредника между участниками подобных сделок. Тем самым предприятию-продавцу гарантируется сбыт лицензии, а в (20) l – можно считать заданной константой.

Таким образом, в модельных расчетах был использован механизм с элементом административного участия в перераспределении прав на остаточное загрязнение.

Расчеты по модели (10–20) наглядно показали, что использование механизма лицензирования может позволить предприятию найти средства для осуществления им дополнительных водоохраных мероприятий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность академику РАН О.Ф.Васильеву и члену-корреспонденту РАЕН Д.Г.Коневу – за полезные обсуждения и постоянное внимание к работе; А.М. Волкову – за предоставленные материалы наблюдений.

Авторы считают приятным долгом отметить финансовую поддержку выполнения работы по линии Республиканской научно-технической программы «Информатизация России».

more profitable than non-address subsidizes to enterprise for its water protective activity realized in the first case or the politics of «whip» – in the third case.

Our research considers the order of licensing as a mechanism of enterprise selling its right for pollution to other organizations.

To increase the seller's interest the expression for net profit (10) should be given with following definition for L_j

$$L_j = l \sum_{i=1}^m Z_{ij} \quad (20)$$

where l is the coefficient showing which part of proceeds of license sales forms net income of an enterprise;

$$Z_{ij} = \max \{0, Q_i (Mn_i - M_{ij})\}.$$

In our research the situation when the territorial foundation with current information becomes a mediator between the participants of the bargain was considered. In this case foundation have the certain income for its mediator role.

This procedure guarantees enterprise-seller the sale of licence. Thus l is the given constant in (20).

Thus the mechanism with an element of administrative participation in the redistribution of the pollution rights is used in our simulation.

Our consideration clearly shows that use of licensing mechanism gives the enterprise the opportunity to find the resources for the additional water protective actions realization.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Academician O.F. Vasiliev and Professor D.G.Konev for useful discussions and continued attention to our research; Mr. A.M. Volkov for given observed data.

Our pleasant duty is to note the support of our research by National Program «Informatization of Russia».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Васильев О.Ф., Еременко Е.В. 1980. Моделирование трансформации соединений азота для управления качеством воды в водотоках // Водные ресурсы. N5. С.110-117.

Голуб А.А., Струкова Е.Б. 1993. Экономические методы управления природопользованием. // Наука. Москва.

Гофман К.Г. 1991. Экономический механизм природопользования в условиях перехода к рыночной экономике. // Экономика и мат.методы. Т.27. Вып. 2. С.180-188.

Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.91. 1992. // Республика. Москва.

Никаноров А.М., Никульченко Н.Н. 1990. К методике моделирования гидрохимического режима рек. // Гидрохим.материалы. Т.СVIII. Гидрометеиздат. Ленинград. С.82-88.

Пряжинская В.Г. (ред.). 1992. Моделирование водохозяйственных систем (эколого-экономические аспекты). // ИВП РАН. Москва.

Спицын И.П., Соколова В.А. 1990. Общая и речная гидравлика.// Гидрометеиздат. Ленинград.

Эльпинер Л.И., Чупис А.В., Панасовский Ю.В. 1992. Социально-экологические вопросы использования водных ресурсов.// Наука. Москва

Dobbins, W.E. 1964. BOD and oxygen relationship in streams.// J.Sanit. Eng. Div. Proc. ASCE. Vol.90. N3. P.53-78.

Shnoor, J.L., C. Sato, D. McKetchnie, D. Sahoo. 1987. Processes, Coefficients and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters. EPA/600/3-87/015. U.S. EPA. Athens, GA. 30613.

Theil, H. 1971. Applied Economic Forecasting. North Holland. Amsterdam.

REFERENCES

Dobbins, W.E. 1964. BOD and oxygen relationship in streams.// J.Sanit. Eng. Div. Proc. ASCE. Vol.90. N3. P.53-78.

El'piner L.I., A.V.Chupis, Yu.V. Panasovsky. 1992. Social-ecological questions of water resources use. // Nauka. Moscow. (in Russian)

Golub A.A. & E.B.Strukova. 1993. Economic methods of environmental management // Nauka. Moscow. (in Russian)

Gofman K.G. 1991. Economic mechanism of environmental use in transfer to market economics. // Ekonomika i Matematicheskie metody. Vol.27. N2. P.180-188 (in Russian)

Nikanorov A.M. & N.N. Nikul'chenko. 1990. To modelling procedure of hydrochemical regime. // Gidrokhimich. materialy Vol.58. Gidrometeoizdat. Leningrad. P.82-88 (in Russian)

Prjatzinskaja, V.G.(ed.) 1992. Modelling of water economy systems (ecologico-economic aspects) // IVP RAN. Moscow. (in Russian)

Shnoor, J.L., C.Sato, D.McKetchnie, D.Sahoo. 1987. Processes, Coefficients and Models for Simulating Toxic Organics and Heavy Metals in Surface Waters. EPA/600/3-87/015. U.S. EPA. Athens, GA. 30613.

Spitsin, I.P. & V.A. Sokolova. 1990. General and river hydraulics. // Gidrometeoizdat. Leningrad. (in Russian)

Theil, H. 1971. Applied Economic Forecasting. // North Holland. Amsterdam.

The Low «About environmental protection». 1992. // Respublika.Moscow. (in Russian)

Vasiliev, O.F., E.B. Eremenko. 1980. Modelling of nitrogen compounds transformation for water quality management in streams // Vodnye Resursy. N5. P.110-117 (in Russian)

ВОДА, БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО

WATER, BIOSPHERE AND MANKIND

*Алексеев М.И., доктор технических наук,
профессор СанктПетербургского
архитектурностроительного Университета
Цветкова Л.И., доктор биологических наук,
профессор СанктПетербургского
архитектурностроительного Университета
Неверова Е.В., кандидат технических наук
СанктПетербургского
архитектурностроительного Университета*

Проблема нормирования антропогенных нагрузок с целью обеспечения экологической безопасности природных экосистем надорга низменного уровня стала широко обсуждаться лишь с начала семидесятых годов, хотя ограничительные нормативы возникли значительно раньше. Стремление зарегламентировать все возрастающий поток загрязнений привело к тому, что к началу 60х годов в России были выработаны стандарты на качество окружающей среды и ведомственные, поресурсные и территориальные нормы природопользования. Создавалась иллюзия нормативного обеспечения экологической безопасности природных систем всех уровней. Не останавливаясь на всем множестве недостатков действующих систем ПДК, следует отметить главное: как гигиенические, так и рыбохозяйственные нормативы по изначальной своей сути не могут обеспечить экологическую безопасность ни отдельных экосистем, ни биосферы в целом, что в конечном итоге и приводит к их ресурсной деградации. Фактическое отсутствие собственно экологических нормативов и регламентов, смутное представление о допустимом уровне антропогенных нагрузок на природные экосистемы и приводит к реализации экологически опасных и экономически разорительных проектов.

Поэтому, нормативное обеспечение экологической безопасности водоемов, как ресурса жизнеобеспечения населения одна из ключевых проблем охраны природы. Экологическое нормирование это создание системы экологически допустимых концентраций веществ или экологически допустимых уровней других воздействий,

*Alekseev M.I.-Doctor of technical sciences,
professor of St-Petersburg State University of
Architecture and Civil Engineering
Tsvetkova L.I.-Doctor of biology, professor of
St-Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
Neverova E.V.-Master of technical
sciences, professor assistant of St-Petersburg
State University of Architecture and Civil
Engineering*

The problem of anthropogenic load rating in order to provide ecological security of natural ecosystems on the aboveorganism level became under wide discussion only from the beginning of 70-th though limiting standarts appeared more earlier.

The striving for regulation the increasing flow of contaminations brought to elaboration of environment quality standarts and departmental and territorial standarts of nature usage in Russia in 60-th. The illusion of normative providing of natural system ecological security was created. But hygienic standarts as well as other toxicological standarts can not provide ecological security of separate ecosystem and biosphere as a whole.

Finally it brings to their resource degradation. So, the absence of ecological standarts and regulations, dim ideas about permissible level of anthropogenic loads on natural ecosystem lead to realization of ecologically dangerous and economicaly waste ful projects. And nature defending measures become not effective and not useful. Therefore, normative providing of ecological security of natural objects one of the key problem of environment protection.

Under the term ecological rating we understand the creation of system of ecologically permissible levels of other in fluerices on the environment from different anthropogenic resources, on the base of which we can calculate ecologically permis

поступающих в окружающую среду от различных источников, на основе которых рассчитываются экологически допустимые нагрузки, не превышающие экологического резерва конкретных экосистем, регионов и биосферы в целом. Экологически допустимые уровни антропогенных нагрузок это мера, позволяющая научно обосновать разумное сочетание экологических и социально-экономических интересов Природы и Общества.

Экологические нормативы принципиально отличны от санитарно-гигиенических и других токсических ПДК:

1. Цель экологического нормирования защита экосистем и биологических сообществ в целом, а не только человека или отдельных популяций.

2. Методология разработки гигиенических ПДК, основанная на экстраполяции экспериментальных данных на природные объекты, непригодна для выработки экологических требований, т.к. сохранение экологического равновесия определяется не индивидуальной реакцией отдельных особей, а реакцией всего сообщества.

3. Если требования человека к качеству природных ресурсов не зависят от климата, ландшафта и других региональных особенностей, то функционирование экосистем, при одних и тех же нагрузках сильно зависит от совокупности экологических факторов локального и регионального масштаба.

Поэтому, экологические нормативы должны разрабатываться на локальном и региональном уровнях, обеспечивая тем самым экологическое равновесие в глобальном масштабе.

Приведение водопользования в соответствие с требованиями экологической безопасности стратегическая задача, требующая как концептуальных проработок, так и фундаментальных и прикладных исследований. Например, разработка концепции "экологической нормы", решение проблемы экодиагностики на основе интегральных критериев, оценка экологически допустимых нагрузок и др.

Увязка экологических нормативов с реальными условиями функционирования водопользователей должна обеспечить гарантии неуклонного снижения удельных показателей антропогенных воздействий на душу населения или единицу продукции и т.д.

sible loads, not exceeding the ecological reserve of concrete systems, regions and biosphere as a whole. Ecologically permissible levels of anthropogenic loads is a measure, allowing to give a scientific substantiation of reasonable combination of ecological and socioeconomic interests.

Ecological standards have principle distinctions from sanitary-hygienic and other toxicological permissible concentrations.

1. The aim of ecological rating is the defending of ecosystems and biological associations as a whole and not only preserving of the human health and separate populations of living organisms

2. the methodology of elaboration of hygienic permissible concentrations is based on extrapolation of experimental data to the natural objects. This methodology is not suitable for elaboration of ecological demands, because the preserving of ecological equilibrium is determined not by reaction of separate individuals but by reaction of biological association as a whole.

3. Sanitary-hygienic demands for the natural resources not much depend or depend at all on climate, landscape and other regional particularities. But ecosystem functioning under the same loads much depends on the complex of ecological factors of local and regional scale. Therefore ecological standards must be elaborated first of all on local and regional levels, providing in such way the ecological equilibrium in global scale.

Bringing the water usage in correspondence with the ecological security demands is the strategic task requiring conceptual studies and fundamental and applied researches, such as elaboration of the notion of 'ecological norm'; solving the problem of ecodiagnosis on the base of integral parameters; estimation of ecologically permissible loads and so on.

Coordination of ecological standards and real conditions of water usage must ensure the constant reducing of specific parameters

Природоохраным результатом должно стать не создание средств природоохранного назначения, а реальное снижение нагрузки на водные объекты, которое обеспечивает соблюдение экологических нормативов соответствующего уровня.

Без создания государственной системы специально организованной научноисследовательской и нормативноправовой деятельности по разработке и утверждению экологических норм, правил и регламентов, формирование гармоничных эколого-социальноэкономических систем останется только на бумаге.

of anthropogenic influences (per one person, squar or volume unit etc.).

The result must be the following: real reduce of the load on water basins which provide the keeping of corresponding ecological standarts.

Without the creatuin of state system of specially organized scientific researching and normative-legislative activity in order to elaborate the ecological standarts and regulations the forming of harmonic ecological-social-economical systems will stay only in words.

РОЛЬ ВОДНОГО ФАКТОРА
В РАСПРОСТРАНЕНИИ ПАРАЗИТНЫХ
БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА В РОССИИ

*Безр С.А., профессор,
Сергиев В.П., профессор,
Романенко Н.А., профессор,
Плющева Г.Л., канд. мед. наук.
Институт медицинской паразитологии
и тропической медицины
им. Е.И. Марциновского, Москва.*

Паразитозы – широкая группа болезней, в значительной степени определяющая состояние здоровья населения России. Одним из факторов антропогенного воздействия на окружающую среду, наиболее мощно влияющим на изменение ситуации по паразитозам, является гидростроительство и связанные с ним процессы: возрастание миграционных потоков населения, переориентация форм хозяйствования, изменения баланса промышленных и бытовых стоков и др. Эти факторы оказывают колоссальное дестабилизирующее влияние на экосистемы и социальные условия жизни населения, изменяя (часто принципиально) паразитарный профиль регионов.

Отдельные нозоформы существенно различаются по широкой гамме биологических, экологических и социальных факторов, определяющих их распространение. Роль водного фактора в наибольшей степени проявляется в распространении таких паразитозов как: описторхоз, дифиллоботриозы – широко распространенных на территории России; или имеющих локальное распространение: трематодозы – эндемичные для регионов Дальнего Востока, псевдамфиостомоз, церкариозы и др. Для всех указанных паразитозов водный фактор имеет определяющее значение во всех звеньях эпидемической цепи. В меньшей степени (но также достаточно ощутимо) его влияние проявляется в изменении ситуации по аскаридозу и другим гельминтозам, а также в отношении малярии (ситуации по переносчикам). Влияние водного фактора в полной мере сказывается в распространении кишечных протозоозов (лямблиоза, криптоспоридиоза и др.).

Широкомасштабное гидростроительство, осуществляемое в России за последние 50 лет, демонстрирует примеры разнообразных вариантов событий, определяющих современную ситуацию и прогноз по паразитозам.

WATER-BASED AND WATER-RELATED
PARASITIC INFECTIONS
IN RUSSIA

*BEZER S.A., Prof.,
SERGIEV V.P., Prof.,
ROMANENKO N.A., Prof.,
PLUSCHEVA G.L., PhD.
Martsinovsky Institute of Medical
Parasitology and Tropical Medicine,
Moscow, Russia.*

Parasitic infections are continue to be a threat to health in many areas of Russian Federation. In the past decade there is an increase danger in the situation, because of the effect to exploit country's natural resources. Hydroelectric power programmes implementation and irrigation systems development perhaps the two most important factors contributing to the spread of water-based parasitic infections as a result of immigration of people, transition of economy and occupation, increase of wastewater pollution with excreted pathogens.

Dramatic increases in diphyllobotriasis, a fish tapeworm that produces severe anemia, have been associated with large reservoirs in the Volga-Kama Basin, the Yenisei Basin and the Bratsk and Krasnoyarsk Reservoirs in Siberia. The health problems of large surface catchments are similar, regardless of whether primary water use for hydroelectric power, irrigation or flood control. Dam construction can associated with a creation of new foci of disease, caused by *Diphyllobothrium latum* and expansion of endemic area (artificial lakes on the Yenisei river).

Public attention is focused on the large water development projects because of their symbolic value for human achievement.

However it is likely that small impoundment or canals in their totality have an equally great or even greater significance for human health. Small impoundments usually modify the risk of acquiring of opisthorchiasis, a liver fluke that produces severe liver and bile duct damage, but unable to create a new focus of the disease.

Доказано, например (Беэр и соавт., 1990), что гидростроительство (создание малых водохранилищ) может приводить к ситуации (на первый взгляд парадоксальной, но закономерной с общеэкологических позиций), при которой ухудшение экологической обстановки ведет к улучшению ситуации по ряду паразитозов, например, по описторхозу. Здесь в целом негативные сдвиги экологического равновесия, способствуют выклиниванию из биоценозов организмов, выполняющих роль промежуточных хозяев, нарушая механизмы саморегуляции паразитарных систем, что ведет к уменьшению риска заражения окончательных хозяев, в том числе, человека.

При реконструкции водного хозяйства происходят количественные и качественные изменения показателей многих гидрологических и биотических факторов. Изменения условий циркуляции возбудителей трематодозов в зонах влияния гидросооружений, как правило, не способствуют возникновению новых очагов инвазии, однако часто изменяют напряженность эпидемического процесса.

При дифиллоботриозе, в случае изменения гидрорежима рек (при строительстве крупных водохранилищ) возможно расширение границ ареала возбудителя (Плющева и соавт., 1990, 1991).

Следствием ухудшения санитарного состояния внутренних водоемов городов (в том числе таких мегаполисов, как Москва) и роста численности утиных птиц (из-за просчетов в программах по их разведению) является возрастание риска заражения людей церкариозами, вызываемыми трематодами сем. Schistosomatidae, в городах России (Беэр, Герман, 1993, 1994).

В ИМПИТМ им.Е.И. Марциновского разрабатываются основы медико-экологического мониторинга за паразитарной обстановкой в России, где основное внимание уделяется роли водного фактора в изменении ситуации по паразитозам.

During the first years of formation and use of a small reservoir or canals the situation with opisthorchiasis due to *Opisthorchis felineus* becomes worse. Increases in opisthorchiasis have been associated with the series of small reservoirs in the Ob Basin. Later on after 30 or 40 years of use the ecological deterioration caused such profound changes in the quality of the water that it becomes unsuitable for human purposes. But as a side effect of these undesirable changes the local population of intermediate host organisms for the parasite (freshwater snails) can be depressed and risk of acquiring liver flukes decreased (the Gaivoronsk reservoir on the Vorksla river in Belgorod oblast of Russia and Sumi oblast of Ukraine).

Water may also affect communicable diseases by providing a habitat for water-related insect vectors of diseases. Malaria heads the list. Vast reservoirs in Central and Southern European Russia can produce a large number of mosquitoes – malaria vectors.

The construction of dams create changes in both upstream and downstream areas. The soil humidity and contamination of excreted pathogens increase in the downstream irrigated area.

These events produce adverse health effects due to increase prevalence of intestinal parasitic diseases.

Increases in ducks and multiplication of vector snails in artificial lakes and impoundments create a high risk of intacutaneous invasion by cercariae (larvae) of certain schistosomes (worm) of birds and cause dermatitis. Such infections, sometimes known as «swimmer's itch», may be prevalent among bathers in lakes and ponds even in towns and cities, including Moscow.

The E.I. Martsinovsky Institute, Moscow maintains ecological and health surveillance of many reservoirs and irrigation systems all over Russia. Among people residing in these areas water-based and water-related parasitic infections are important health problems.

ГИДРОСФЕРА И БИОСФЕРА. ОБРАТНЫЕ
СВЯЗИ.
ИСТОРИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ.

*ЗЛОБИН ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ,
доктор биологических наук, профессор,
академик МАН
Санкт-Петербургский ветеринарный
институт*

ТЕЗИСЫ

Среди репрезентативных тестов, характеризующих взаимосвязь гидросферы и биосферы, наиболее значимыми являются показатели круговорота углекислого газа и кислорода. Поступление углекислого газа в атмосферу характеризует производственную деятельность человека, функционирование биомассы и активность природных источников.

В 1993 г. за счет сжигания топлива в атмосферу поступило 6,2 Гт (Гигатонн) углекислого газа. По прогнозу в 1996 г. это поступление возрастет до 8,2 Гт. Биосферный углекислый газ в 1993 г. образовался в количестве 2,5 Гт, в 1996 г. его количество уменьшится до 2,2 Гт.

За счет природных источников в 1993 г. атмосфера пополнилась 222,9 Гт углекислого газа, в 1996 г. это количество возрастет за счет повышения активности естественных источников до 231,9 Гт.

Скорость поступления углекислого газа в океан в 1993 г. составила 45,6 Гт. В 1996 г. она увеличится до 48,2 Гт. Скорость осаждения карбонатов в океане в 1993 г. соответствовала 0,722 Гт, в 1996 г. она составит 1,019 Гт.

Из сопоставления цифр видно, как функционирует карбонатная система гидросферы и биосферы в авторегуляторном режиме.

Продукция кислорода для биосферы является не менее важным показателем. В 1993 г. всего было продуцировано 495,5 Гт, в том числе: в океане - 360,3 Гт, в лесах,

полях и других участках суши с растительностью - 135,2. В 1996 г. аналогичные показатели составят в сумме 493,3 Гт, океан - 361,3, суша - 132,0. Из природных источников поступление кислорода в 1993 г. было в количестве 151,3 Гт, в 1996 г. поступление составит 156,1 Гт. Снова заметно влияние авторегуляторной системы.

Представленные цифры позволили рассчитать, что полная замена кислорода в атмосфере происходит через 2409 лет.

Особую опасность для гидросферы и, соответственно, для биосферы представляет нефть, радиоактивные отходы и отравляющие вещества. В 1993 г. в воды океана поступило 23,1 млн тонн нефти и нефтепродуктов, в том числе из-за аварий судов 6,1 млн т, из буровых скважин 13,9 млн т, естественный выход составил 0,91 млн т.

В 1996 г. аналогичные показатели соответственно составят: 27,2; 9,2; 18,0; 0,95 млн т.

В 1991 г. в воды Персидского залива поступило 28,1 млн т, сгорело 0,76 млн т, поступление углекислого газа в атмосферу составило 4,12 млн т.

В океане на 1.01.1994 г. захоронено 275,1 млрд Ки долгоживущих радиоактивных веществ, в том числе вклад США составил 127,1, России - 112,5, Англии - 31,1 млрд Ки. В 1996 г. это количество возрастет соответственно до 290,1 млрд Ки. Всего в океане и на суше захоронено к 1.01.94 г. 562,1 млрд Ки, в 1996 г. это количество увеличится до 670,3 млрд Ки.

Захоронение отравляющих веществ (ОВ) в океан и прибрежные воды представляют прямую угрозу биосфере. На 1.01.1994 г. общее количество ОВ в океане составило 216,1 тыс. т. В 1996 г. это количество возрастет до 227,8 тыс. т.

Загрязнение океана ОВ и РВ, учитывая авторегуляторный характер связи гидросферы с биосферой неизбежно приведет систему в равновесное состояние со всеми вытекающими вредными последствиями для жизни людей и животных.

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ИХ ВОЗМОЖНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В БАССЕЙНЕ Р.ПРОНЯ

*Р.Т. Карабань ст.н.с., к.с.-х.н.,
М.Л. Гитарский мл.н.с.,
В.Ю. Кузьмичева инженер*

Цель научно-технической работы – выполнить экспертную оценку уровней загрязнения атмосферного воздуха и их возможного воздействия на лесные экосистемы в бассейне р. Проня, а также произвести расчет выпадений приоритетных загрязняющих веществ на подстилающую поверхность в пределах рассматриваемого района.

Состояние атмосферного воздуха бассейна оценивалось при помощи метода математического моделирования процессов распространения загрязняющих веществ. Анализ данных о выбросах позволил выделить те предприятия, эмиссии которых вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха региона, а также определить, что наиболее опасным загрязнителем атмосферы является диоксид серы, обладающий, кроме того, сильным фитотоксическим действием. Произведены расчеты полей концентраций диоксида серы для вегетационного периода и в среднем за год, и определены значения годовых выпадений серы на подстилающую поверхность. Их результаты представлены в виде карт-схем. Анализ полученных карт-схем показал, что в настоящее время на территории бассейна р. Проня не наблюдается превышений критических для растений уровней диоксида серы в атмосферном воздухе. Следовательно, существующие уровни загрязнения атмосферного воздуха не оказывают негативного воздействия на растительные экосистемы рассматриваемого региона.

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на окружающую среду представляет серьезную проблему для большинства стран. Содержащиеся в атмосферном воздухе продукты выбросов промышленных предприятий в первую очередь оказывают негативное воздействие на наиболее чувствительные наземные экосистемы, к которым с полным основанием можно отнести лесные биогеоценозы.

В настоящем отчете представлены результаты научно-технической работы по экспертным оценкам уровней загрязнения атмосферного воздуха и их возможного воздействия на лесные экосистемы в бассейне р. Проня.

В главе 1 производится анализ состояния атмосферного воздуха рассматриваемого региона, определяются наиболее мощные источники эмиссий поллютантов, а также приоритетные загрязняющие вещества из компонентного состава выбросов предприятий. Производится расчет полей концентраций приоритетных загрязняющих веществ, а также их выпадений на подстилающую поверхность.

В главе 2 производится оценка возможного воздействия загрязнителей атмосферного воздуха на лесные экосистемы бассейна р. Проня. Выполняется сравнение расчетных значений концентраций поллютантов в приземном слое воздуха с принятыми в нашей стране и за рубежом их критическими уровнями. Основные выводы по полученным результатам приводятся в заключении.

1. ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ Р. ПРОНЯ

1.1. Характеристика источников выбросов загрязняющих веществ.

Водосборный бассейн реки Проня, являющийся объектом исследований, занимает южную часть Рязанской области, а также незначительные территории Московской, Тульской, Липецкой и Тамбовской областей.

Предприятия Рязанской области, располагающиеся на территории изучаемого района, несомненно определяют пространственно-временную динамику загрязнения атмосферного воздуха. Однако не следует недооценивать вклады в атмосферное загрязнение бассейна близлежащих областей и районов за счет дальнего переноса газообразных и аэрозольных примесей. Наиболее крупные источники выбросов, способные оказать значимое влияние на состояние атмосферного воздуха бассейна р. Проня, сосредоточены в промзонах г. Рязани и г. Новомосковска Тульской области. Эти промышленные узлы располагаются в непосредственной близости от границ изучаемого района. Роль же других областей по-видимому очень незначительная, так как на их территориях, примыкающих к бассейну реки Проня, нет доста-

точно развитой промышленности. Таким образом, учитывать вклады других областей в загрязнение атмосферного воздуха бассейна представляется нецелесообразным. Расстояние от г. Рязани до наиболее близких северных границ района исследований составляет 30 – 40 км, тогда как промзона г. Новомосковска удалена от западных границ района исследований на 10 км. Следовательно, потенциальная опасность загрязнения атмосферного воздуха пыле-газовыми выбросами промышленных предприятий г. Новомосковска представляется более серьезной, в то время как вопрос влияния предприятий, расположенных в г. Рязани нам кажется спорным.

Нами была исследована многолетняя динамика изменений направлений ветрового переноса, наблюдающихся в районе г. Рязани, и в пределах бассейна р. Проня. На рис. 1 приводятся розы ветров, построенные для вегетационного периода и в среднем за год по данным метеостанций, расположенных в г. Рязань (1 метеостанция) и на территории объекта исследований (3 метеостанции в гг. Старожилово, Михайлов, Павелец).

Как видно из рис. 1, для г. Рязани и ее окрестностей преобладают ветра западных румбов. Те же направления являются преобладающими и на территории бассейна р. Проня. Следовательно, перенос воздушных масс осуществляется, преимущественно, с территории бассейна в направлении г. Рязань. Таким образом возможность вклада, выбросов в атмосферу предприятий г. Рязани в загрязнение воздушного пространства бассейна р. Проня можно считать маловероятной, в то время как выбросы производств г. Новомосковска, расположенных как раз на западных границах бассейна, могут оказывать непосредственное неблагоприятное влияние на качество и чистоту атмосферного воздуха в изучаемом регионе.

В таблице 1 приведены сведения по выбросам в атмосферу наиболее распространенных загрязняющих веществ промышленными предприятиями, бассейна р. Проня (9), а также – предприятиями г. Новомосковска. Данные по Рязанской области приведены по состоянию на 1992 г., по г. Новомосковску – на 1990 г.

Как видно из таблицы 1, наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха исследуемого района вносят предприятия Пронского района и г. Новомосковска.

В компонентном составе газообразной и аэрозольной фракций выбросов доля диоксида серы является наибольшей. Следует отметить, что двуокись серы является также наиболее фитотоксичным загрязняющим веществом. Что же касается твердых веществ, то, принимая во внимание их высокую скорость седиментации, можно сказать, что максимальные количества этих загрязнителей осаждаются в непосредственной близости от предприятий и не оказывают значимого влияния на состояние атмосферного воздуха бассейна в целом. Кроме того, под термином «твердые вещества» следует понимать целый спектр веществ и их соединений, что в свою очередь, позволяет предположить, что угроза даже локального загрязнения воздуха по какому-либо отдельно взятому веществу окажется маловероятной.

Таким образом, можно сделать вывод, что наибольшую опасность для исследуемого региона представляет диоксид серы. Выбросы же других соединений незначительны, поэтому ими можно пренебречь. Следует иметь в виду, что вблизи предприятий района возможны достаточно высокие значения уровней загрязнения атмосферного воздуха. Но значимого влияния на состояние атмосферного воздуха в бассейне р. Проня в целом эти неблагоприятные явления не оказывают.

Для экспертной оценки уровней загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы были выбраны наиболее мощные промышленные предприятия, расположенные на территории водосборного бассейна р. Проня: Михайловский цементный завод (Михайловский район), Пронский механический завод и Рязанская ГРЭС (Пронский район), Скопинский завод строительно-отделочных машин и гидromеталлургический завод (Скопинский район). В г. Новомосковске была взята Новомосковская ГРЭС, трубы которой имеют наибольшую высоту и, следовательно, являются главными источниками трансграничного и дальнего переносов загрязняющих веществ на территорию района исследований. Как показал анализ информации о выбросах загрязняющих веществ, на долю перечисленных выше предприятий приходится наибольший объем эмиссий загрязняющих веществ, поэтому вкладами других

источников, расположенных на территории бассейна р. Проня и вблизи него можно пренебречь.

Характеристики источников выбросов, а также параметры газовой смеси были взяты из томов Предельно-допустимых выбросов (ПДВ) перечисленных выше предприятий по состоянию на 1988 – 1993 гг.

1.2. Определение уровней загрязнения атмосферного воздуха бассейна р. Проня. Расчет выпадений приоритетных загрязнителей на подстилающую поверхность.

Загрязнение атмосферного воздуха оценивалось по специально разработанной математической модели (пакет программ) (6). Эта модель предназначена для проведения расчетов разовых и средних за определенный промежуток времени (год, месяц, вегетационный период и др.) концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от одного или нескольких точечных или площадных источников выбросов. В основу действия Комплекса расчета средних концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха (РСК) положен метод, основанный на решении уравнения турбулентной диффузии (1,2,7). Для верификации комплекса РСК было проведено сравнение вычисленных концентраций с данными систематических измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на постах наблюдений Территориальных Управлений Росгидромета, которые располагаются в различных климатических зонах. Результаты сравнения показали достаточно высокую сходимость измеренных и расчетных величин.

Концентрации диоксида серы в приземном слое атмосферного воздуха вычислялись на основании данных об источниках выбросов, перечисленных в разделе 1.1 предприятий, а также средне-многолетней метеорологической информации (7,11,12). Поскольку общая площадь бассейна р. Проня достаточно велика, мы обобщили результаты наблюдений, проводившихся на трех метеостанциях, располагающихся на территории водосборного бассейна в гг. Кораблино, Павелец и Михайлов. Их удачное территориальное размещение позволяет получить полную информацию о метеорологической обстановке, складывающейся на всей территории рассматриваемого региона. Обобщен-

ные данные по ветровому переносу, наблюдающемуся в регионе, приведены на рис. 1.

Принимая во внимание тот факт, что растительные экосистемы наиболее уязвимы для техногенного воздействия в период их интенсивного роста и жизнедеятельности, то есть в течение вегетационного периода, наряду с расчетом среднегодовых концентраций диоксида серы были произведены также вычисления средних за вегетационный период (с мая по сентябрь) концентраций этого фитотоксиканта. На рис. 2 представлены среднегодовые, на рис. 3 – средние за вегетационный период поля концентраций диоксида серы в приземном слое атмосферного воздуха, рассчитанные для бассейна р. Проня.

Сравнивая рис. 2 и 3 можно заключить, что в течение вегетационного периода уровни загрязнения атмосферного воздуха несколько ниже, чем в среднем за год.

Выпадения серы на подстилающую поверхность рассчитывали по формуле, предложенной в работах (3,13):

$$F = V * C * t, \text{ где} \quad (1)$$

F – значение выпадений вещества на подстилающую поверхность за рассматриваемый промежуток времени, г/м²

V – скорость выведения вещества из атмосферы, см/с

C – концентрация вещества в приземном слое воздуха, мг/м³

t – показатель, учитывающий период времени, за который производится расчет.

По мнению Стыро и Шопаускаса, формулу (1) можно применять для расчетов выпадений за продолжительные временные промежутки, включающие как сухие периоды, так и дожди (13). В то же время сухое осаждение соединений серы считается основным источником поступления этого вещества на подстилающую поверхность для большинства регионов Европы и Скандинавии (14,15).

К этому же выводу приходит автор работы (10), основываясь на анализе большого массива данных литературы по проблеме выпадений серы на территории промышленных районов Европейского континента. Поэтому применение данной формулы для расчета годовых выпадений серы в бассейне р. Проня нам кажется вполне правомерным.

ТАБЛИЦА 1. Выбросы в атмосферу наиболее распространенных веществ (тыс.тонн).

Области, районы	Всего выброшено в атмосферу	в том числе					
		Твердые вещества	Газообразные и жидкие	из них			
				SO ₂	CO ₂	NO ₂	углеводороды
1. Рязанская область							
Михайловский	32.11	18.86	13.25	7.30	1.71	4.24	-
1.2.Кораблинский	1.10	0.07	1.03	0.55	0.38	0.10	-
1.3.Пронский	164.34	39.61	124.73	96.18	0.21	28.34	0.001
1.4.Скопинский	0.28	0.09	0.19	0.10	0.08	0.01	-
г.Скопин	3.72	0.35	3.37	1.57	0.64	0.37	0.002
Итого	201.55	58.98	142.57	105.7	3.02	33.06	0.003
2. Тульская область							
2.1.Новомосковский							
г.Новомосковск	150	59.66		58.11	11.65	11.34	

Наиболее сложным представляется определение величины скорости осаждения диоксида серы на подстилающую поверхность. Ее значение зависит от физико-химических и биологических свойств подстилающей поверхности. Отмечается также сезонная и суточная ее вариации (5,14,15).

Так, например, водная поверхность поглощает диоксид серы со скоростью 0.4 см/с (14), в то время как скорость осаждения двуокиси серы в древостоях с преобладанием дуба составляет 1.1 см/с (16), для сосняков же диапазон колебаний скорости осаждения совершенно иной -0.1 -0.6 см/с. Предполагается, что для сырой кроны скорость выпадения будет изменяться от 1 до 8 см/с в зависимости от скорости ветра и концентраций двуокиси серы в воздухе (14). В зимние периоды скорость поглощения

диоксида серы значительно меньше (5). Таким образом, диапазон изменений скорости поглощения диоксида серы может составлять несколько десятков раз, что в свою очередь, не только значительно усложняет задачу выбора оптимального ее значения, но и существенно снижает точность конечных результатов расчетов выпадений. Поэтому величина ошибки при подобных расчетах может составлять 100 % и более.

Однако следует отметить, что для экспертной оценки выпадений загрязняющих веществ для территории региона в целом, такая точность расчетов представляется вполне допустимой. При проведении же детальных исследований можно добиться существенного повышения точности определяемых величин путем уточнения скоростей осаждения вещества в зависимости от

типа, характера и состояния подстилающей поверхности, а также за счет учета сезонных особенностей временных промежутков, для которых производится расчет.

Проведенный нами анализ имеющейся по данному вопросу литературы позволил найти среднегодовое значение скорости выведения диоксида серы из атмосферы, равное 0.85 см/с, которое, по мнению авторов работы (15), может быть применено для подобных расчетов практически для всех регионов Западной Европы, Великобритании и Скандинавии, и, к тому же, обладает достаточной для экспертных оценок, точностью. Подставив полученное значение скорости выведения в формулу (1), получили поле годовых выпадений серы на подстилающую поверхность в бассейне р. Проня, которое приводится на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что в бассейне реки Проня можно выделить два локальных участка, характеризующихся повышенными значениями выпадений серы. Это район центральной части бассейна, где сосредоточены относительно крупные предприятия г. Скопина, а также Рязанская ГРЭС, и западная часть региона, которая испытывает влияние высоких источников выбросов промзоны г. Новомосковска, воздействие которых усугубляется местными промышленными объектами, расположенными в г. Михайлов.

Полученные значения выпадений серы не следует соотносить с величинами допустимых или критических нагрузок этого вещества на биоту. Данная проблема имеет специфический характер, и для ее решения необходимо получить более точные значения выпадений загрязняющих веществ.

2. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ БАСЕЙНА Р. ПРОНЯ

Из всех загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух промышленными предприятиями бассейна р. Проня, а также близлежащих областей, наибольшую опасность для растений представляет диоксид серы. Кроме того, как было показано в предыдущей главе, лишь только выбросы этого соединения достаточно велики, чтобы оказывать какое-либо влияние на качество атмосферного воздуха исследуемого района.

Диоксид серы является токсикантом, действие которого на растения приводит к не-обратимым физиологическим и метаболическим нарушениям. В настоящее время определены критические уровни диоксида серы в атмосферном воздухе. Их значения в основном изменяются в пределах 15 – 25 мкг/м³ (4,8,17,18).

Как следует из рис. 2, в течение вегетационного периода на всей территории бассейна р.Проня наблюдаемые концентрации диоксида серы существенно ниже значений критических концентраций этого вещества в атмосферном воздухе. Добавим, что расчет поля средних концентраций диоксида серы в приземном слое атмосферного воздуха на основе данных об источниках выбросов загрязняющих веществ произведен при условии полной загрузки производственных мощностей предприятий. В настоящее время в связи с неблагоприятной экономической ситуацией, наблюдается повсеместное снижение уровня производства, которое коснулось и расположенных в бассейне р.Проня промышленных объектов. Поэтому можно сказать, что, реальное загрязнение атмосферного воздуха ниже рассчитанных величин. Следовательно, в настоящее время загрязнение атмосферного воздуха не оказывает неблагоприятного воздействия на лесные экосистемы бассейна р.Проня.

Однако обращает на себя внимание западная часть бассейна р. Проня. Она представляет собой так называемую «зону риска» вследствие достаточно напряженной обстановки, сложившейся вокруг Новомосковской ГРЭС. В настоящее время эта станция работает на природном газе, что значительно снизило объем и компонентный состав ее выбросов в атмосферу. Но это положение не постоянное, так как газ поступает из временных лимитов Минэнерго России. Кроме того, на станции ведется реконструкция, которая может привести к значительному увеличению мощности станции и, соответственно, выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

По данным Комитета по охране природы г. Новомосковска в настоящее время на ГРЭС возможно 2 варианта топливоиспользования: как и раньше, станция будет работать только на угле (1); станция сохранит существующий лимит использования природного газа (2). Существенное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу возможно

только во 2-ом варианте, при использовании газа. При работе же станции на угле, объем выбросов возрастает в 6 раз. В этом случае естественно предположить, что в западной части бассейна р.Проня будет иметь место существенное повышение уровней загрязнения атмосферного воздуха, которое может оказать неблагоприятное воздействие на лесные экосистемы этой территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертная оценка уровней загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы, приоритетным компонентом из состава выбросов предприятий бассейна р. Проня и близлежащих областей, позволила установить, что в настоящее время на изучаемой территории не наблюдается превышений критических для растений уровней этого вещества. Следовательно, существующие уровни загрязнения атмосферного воздуха не оказывают негативного воздействия на растительные экосистемы рассматриваемого региона.

Но следует иметь в виду, что возможные изменения производственных циклов на предприятиях г. Новомосковска, или на предприятиях, располагающихся в бассейне р.Проня (например на строящемся в настоящее время совместном предприятии «Кавелбел»), могут привести к значительному ухудшению экологической обстановки в регионе. Поэтому нам представляется целесообразным рекомендовать проведение регулярных мероприятий по санитарному надзору и контролю за состоянием лесонасаждений бассейна р. Проня, которые должны выполняться местными органами лесного хозяйства в плановом порядке. Своевременное обнаружение и идентификация повреждений лесных экосистем на начальной стадии их деградации поможет избежать необратимых изменений в них и принять своевременные меры по снижению объемов вредных выбросов в атмосферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. -Л.: Гидрометеиздат, 1975, -448 с.

2. Берлянд М.Е., Генихович Е.Л., Чечерин С.М. Теоретические основы и методы расчета поля среднегодовых концентраций примесей от промышленных источников. -Труды ГГО, 1984, вып. 479, с.3-16.

3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. -Л.: Гидрометеиздат, 1985, - 181 с.

4. Временные нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, оказывающих вредное воздействие на лесные насаждения в районе музея-усадьбы «Ясная Поляна». -М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1984, -12 с.

5. Глобальный биогеохимический цикл серы и влияние на него деятельности человека. -М.: Наука, 1983, -424 с.

6. Комплекс программ расчета полей среднегодовых концентраций по данным о выбросах вредных веществ в атмосферу (Комплекс РСК). Описание применения. -Донецк: Главинформцентр Донецкого обл. исполкома, 1989, -88 с. N 2572322. 00119 - 013101.

7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД - 86. -Л.: Гидрометеиздат, 1987, -93 с.

8. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. -Новосибирск: Наука, 1979, -280 с.

9. Охрана окружающей среды в Рязанской области в 1992 г. Статистический сборник. Рязанское областное управление статистики. Рязань, 1993, -76 с.

10. Рябошапка А.Г. Об отборе проб «сухих осадков» из атмосферы. –В сб.: Мониторинг фоновое загрязнение природных сред. –Л.: Гидрометеиздат, 1991, вып.7, с.237 – 242.

11. Справочник по климату СССР. Вып.8, ч. III, –Л.: Гидрометеиздат, 1966, –164 с.

12. Справочник по климату СССР. Вып.8, ч. II, –Л.: Гидрометеиздат, 1964, –354 с.

13. Стыро Б.И., Шопанаскас К.К. О механизмах поступления атмосферной примеси на земную поверхность. Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей среды. Тр. международного симпозиума. –Л.: Гидрометеиздат, 1980, с.173–179.

14. Garland J.A. The dry deposition of sulphur dioxide to land and water surfaces. Proc.R.Soc.Lond.A, 1977, 354: 245–268.

15. Garland J.A., Branson J.R. The deposition of sulphur dioxide to pine forest assessed by a radioactive tracer method. Tellus, 1977, vol.29,5: 445–454.

16. Mc. Mahon T.A., Denison P.J. Empirical atmospheric deposition parameters – a survey. Atmospheric Environment, 1979, vol.13, 5: 571–585.

17. UN–ECE United Nation – Economic Commission for Europe 1992. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Draft Manual on Critical Levels and Loads for Vegetation. UN ECE, July 1992.

18. Wentzel K.F. IUFRO – studies on Maximal SO₂ Emissions standards to protect forests. In: B.Ulrich and J. Pankrath (Eds.) Effects of Accumulation of Air Pollutants in Forest Ecosystems, 1983, Reidel, Dordrecht, pp. 295 – 302.

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ХИМИЧЕСКОГО И ВИРУСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*Киричук В.Ф. чл.-корр. МА ЭИН, проф.,
Штанников Е.В. проф.,
Киселева Н.П. доц.,
Кочкин В.П. доц.,
Антонова А.Н. доц.,
Чаев В.А.*

*Саратовский государственный
медицинский университет*

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой определяет актуальность научных разработок по оценке барьерной роли водопроводных сооружений и технологических процессов очистки воды.

Проведены экспериментальные и натурные исследования по оценке эффективности общепринятых технологических приемов обработки воды в условиях высокой антропогенной нагрузки на систему Волгоградского водохранилища.

Экологическое неблагополучие р. Волги, ее интенсивное антропогенное загрязнение при недостаточной эффективности существующих водопроводных сооружений формирует качество питьевой воды, не соответствующее требованиям ее безопасности.

Уровень реальной нагрузки на Волгоградское водохранилище характеризуется как достаточно высокий. В воде обнаруживаются соли тяжелых металлов /селен, ртуть, кадмий, бор и т.д./, пестициды, полициклические ароматические углеводороды, ПАВ и другие органические загрязнители. Эти химические соединения рассматриваются как наиболее объективный экологический индикатор степени опасности воды для здоровья.

Опасность загрязнения водоема связана с наличием в них токсических химических веществ, но в большей мере с образованием в них продуктов их трансформации в условиях воздействия природных факторов. Установлено, что особенно интенсивно процессы трансформации идут в экстремальных условиях /высокие температуры, колебания pH, влияние УФ-радиации, термального загрязнения воды/. Интенсивно эти процессы происходят на биологических сооружениях /биофильтры/ по очистке сточных вод и

ECOLOGO-HYGENIC PROBLEMS OF WATER PURIFICATION FROM CHEMICAL AND VIRAL POLLUTION

*Kiritchuk V.F., Professor,
Shtannikov E.V., Professor,
Kiseleva N.P., Associative Professor,
Antonova F.N., Associative Professor,
Chaev V.A.
Medical University,
Saratov,
Russia*

The problem of supply of population by high quality drinking water determines the actuality of scientific elaboration of estimation of barrier role of waterworks and technologic process of water purification.

Experimental and natural investigations were carried out to evaluate the efficacy of general technologic methods of water treatment under the condition of high anthropogenic load on the system of Volgograd water reservoir.

Ecologic unfavourable situation of the Volga, its intensive anthropogenic pollution due to insufficient efficacy of existing waterworks forms the quality of drinking water not corresponding to requirements to its safety.

The level of real load on Volgograd water reservoir is characterized as a rather high one. Salts of heavy metals (selenium, mercury, cadmium, boron), pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons, surface active substances (SAS) and other organic pollutants have been discovered in water. These chemical compounds are considered to be the most objective ecologic indicators of the degree of danger to health.

The danger of reservoir pollution is connected with the presence of toxic chemical substances in it, but to the greater extent with the formation of the products of their transformation under the influence of natural factors. Processes of transformation are stated to go most intensively under extreme conditions (high temperature, pH variations, influence of UV radiation, thermal pollution of water). These processes are intensive in biologic works (biofilters) for purification of sewage water and other disposal works.

других очистных сооружениях. Особенностью загрязнения воды в современных условиях является присутствие в воде ПАВ, которое определяет новые пространственные взаимоотношения между загрязнителями. Под влиянием ПАВ образуется высокоактивная разветвленная, отличающаяся высокой плотительной способностью пленка, которая концентрирует на своей поверхности до 70% химических и 80% бактериальных и вирусных загрязнителей. Процессы трансформации на этой поверхности протекают особенно интенсивно и сопровождаются образованием токсических эффектов, которые превышают обычные в 6-10 раз.

В условиях экологически неблагоприятной ситуации уровень загрязнения волжской воды превышает возможности барьера очистки водопроводных сооружений, что снижает надежность безопасности воды. Эффект очистки в отношении металлов составляет от 0 до 30 - 50%, органического загрязнения - от 4 до 44%.

Реагентная обработка воды, прежде всего, хлорирование - экстремальный трансформирующий фактор, потенциально опасный для здоровья.

Установлена зависимость между степенью опасности трансформации, окислительно-восстановительного потенциала, изомерии, физико-химическими свойствами и дозой реагента; выявлены прямые зависимости между степенью токсичности продуктов трансформации и уровнем их деструкции. Максимальную опасность для здоровья представляют соединения, величина деструктивных изменений которых составляет 50-60%.

В питьевой воде концентрация галогеносодержащих веществ возрастает по сравнению с исходной водой на 200 и более %, что составляет 5-20 ПДК.

Изучалась эффективность барьерной функции очистных сооружений в отношении вирусного загрязнения. Установлено, что существенным фактором, влияющим на этот процесс являются ПАВ, присутствие которых определяет процесс перераспределения вирусных частиц в водной среде. В результате этого отмечается увеличение их количества в поверхностной пленке, что в свою очередь существенно влияет на пространственные взаимоотношения бактерицидного агента и вирусов. Пороговой концентрацией ПАВ, негативно влияющей на этот процесс, является 10-15 ПДК.

Presence of SAS determining new spatial interrelation among pollutants is the peculiar feature of water pollution nowadays. Under SAS influence, highly active branching film characterized by high absorbing ability is formed which concentrates up to 70% of chemical and 80% of bacterial and viral pollutants on its surface. Transformation processes on the surface go especially intensively and are accompanied by the formation of toxic effects which exceed the usual ones by 6-10 times.

Under the condition of ecologically unfavourable situation the level of Volga water pollution exceeds the ability of the purification barrier of waterworks, it lowering the reliability of water safety. The purification effect concerning metals comprises 30-50%, concerning organic pollution - 4-44%

Reagent water treatment, chlorination first of all, is an extreme transforming factor potentially harmful to health.

Dependence between the degree of transformation danger and redox potential, isomerism, physico-chemical properties and reagent dose have been stated, direct dependence between the degree of toxicity of transformation products and the level of their destruction has been revealed. Compounds whose degree of destruction changes is 50-60% are of maximum danger to health.

In drinking water, concentration of halogen-containing substances increases by 200% compared to the initial water, it being 5 - 20 maximum permissible concentration MPC).

Efficacy of barrier function of disposal works concerning viral pollution has been investigated. It has been stated that SAS is a considerable factor influencing the process, the presence of these substances determines the process of redistribution of viral particles in water. As a result, increase of their number in surface film has been noted, which in its turn influences considerably the spatial interrelation of bactericidal agents and viruses. The threshold SAS concentration negatively influencing this process is 10-15 MPC.

*Мингазова Нафиса Мансуровна,
к.б.н., доцент
Закиров Альфред Газизович, с.н.с.
Деревенская Ольга Юрьевна, асп.
Фролова Людмила Леонидовна, с.н.с.*

*Лаборатория оптимизации водных
экосистем
Экологический факультет
Казанский государственный университет*

В настоящее время особую актуальность приобретает проблема восстановления эвтрофных и загрязненных водных экосистем, в частности, озерных. Но сведения о методах восстановления озер, как и для других типов экосистем, малочисленны и разобщены, не обоснована методология оздоровления (количественные характеристики, условия применения, эффективность, последствия). В поисках путей решения этой проблемы лабораторией оптимизации водных экосистем экологического факультета КГУ проводятся работы по созданию методологии оздоровления пресноводных озерных экосистем, с разработкой специализированного банка данных по методам санации и оздоровления водоемов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во многих странах мира становятся приоритетными вопросы восстановления (оздоровления) окружающей природной среды. В США, к примеру, существует специальное движение восстановления национальных водных ресурсов, включающее ученых, специалистов, официальных лиц, студентов, спортивные и молодежные организации и обычных граждан. Развивается национальная стратегия, наука и технология восстановления водных экосистем - рек и ручьев, озер, влажных земель (Restoration of Water Ecosystems, 1992).

В Российской Федерации в последние годы также принимаются специальные постановления правительства об оздоровлении окружающей природной среды страны и регионов, создаются общественные движения и организации, к примеру, "Комитет по спасению Волги" и др.

Последнее понятно, так как водные

*Mingazova N.M., Doctor
Zakirov A.G., Master researcher
Derevenskaya O.Y., Post-graduater
Frolova L.L., Master researcher*

*The Laboratory of Water Ecosystems
Optimisation
Kazan State University, Department of
Ecology*

At present time the problem of ecological restoration is becoming a priority in the World, especially for water ecosystem. It is clear, because the water ecosystems, unfortunately, are being destroyed in our country at a rapid rate through human acts of intentional exploitation. But there is not the systematic information about methods of lakes restoration. The methodology of restoration is not grounded (quantital characteristics, indexes conditions of application, efficacy, consequences). So, for decision this problem, the Laboratory of Water Ecosystems Optimization create the methodology for restoration of fresh lakes ecosystems and elaborate the special databank of these methods.

INTRODUCTION

At present time the problem of ecological restoration is becoming a priority in the World. For example, the special movement to restore the nation's water resources including scientists, specialists, corporate officials, students, citizens, sporting and youth organizations develops in the USA. The national restoration strategy, the science and technology of water ecosystems restoration (rivers and streams, lakes, wetlands) are evolving.

In last years the government of Russia adopt the special resolutions about the restoration natural environment of the the country. The public movements and organisations are created, for example, it is the organization "Committe for saving of the Volga" and so on.

It is clear, because the water ecosystems,

экосистемы нашей страны, к сожалению, разрушаются с большой скоростью в связи с сильным воздействием на них. Большинство водоемов испытывает последствия эвтрофикации естественного эволюционного процесса, многократно ускоренного антропогенным фактором. Многие водные экосистемы находятся под воздействием термификации (теплого загрязнения), acidификации (закисления) или сильного токсического (химического, радиоактивного и т.п.) загрязнения, в результате чего не могут быть восстановлены естественным путем. Экологическая приемная емкость этих водоемов многократно превышена, нарушены естественные физические, химические и биологические процессы самоочищения и трансформации веществ.

В связи с этим в настоящее время особую актуальность приобретает проблема восстановления эвтрофных и загрязненных водных экосистем, в частности, озерных. Но сведения о методах восстановления озер, как и для других типов экосистем, малочисленны и разобщены, не обоснована методология оздоровления (количественные характеристики, условия применения, эффективность, последствия).

В поисках путей решения этой проблемы лабораторией оптимизации водных экосистем экологического факультета КГУ проводятся работы по созданию методологии оздоровления пресноводных озерных экосистем, с разработкой специализированного банка данных по методам санации и оздоровления водоемов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ

Оздоровление озер предполагает большую подготовительную работу по сбору данных об экологическом состоянии водоема в прошлом и настоящем, выявлению основных причин и источников загрязнения, сбору сведений о методах оздоровления и подбору их. Выбор методов оздоровления, последовательность и сроки их проведения должны быть научно обоснованы для исключения возможных негативных последствий, больших финансовых затрат.

Предлагаемая нами методология оздоровления предполагает проведение ряда последовательных действий для выбора методов, результатом которых будет улучшение

unfortunately, are being destroyed in our country at a rapid rate through human acts of intentional exploitation. Most of water reservoirs are eutrophical objects, process of the natural eutrophication and old ago was accelerated by anthropogen factors very much. Many of water ecosystems are suffered the influences of the factors which challenge (thermal pollution), acidification (turn sour) or toxic pollution (chemical, radio-active contamination and so on). So, they can will be not to restore by natural way. The ecological capacities of these water reservoirs was exceeded over and over again. The natural physical, chemical and biological processes of self-restoration and transformation substances were broken.

So now, the problem of resforation eutrophical and polluted water ecosystems (exactly lakes) have a special actual.

But there is not the systematic information about methods of lakes restoration. The methodology of restoration is not grounded (quantital characteristics, indexes conditions of application, efficacy, consequences). So, for decision this problem, the Laboratory of Water Ecosystems Optimization create the methodology for restoration of fresh lakes ecosystems and elaborate the special databank of these methods.

BRIEF DESCRIPTION OF METHODOLOGY

The restoration of lakes intends the large preparatory a work for data collection about ecological condition of water reservoir in the last time and the present day and also for the information collection about methods of restoration and choice them.

The choice of dates and methods restoration must be able grounded by scientists for exception the negative consequence and the large financial expenditure.

The methodology of restoration proposed by authors, intends the work for the choice methods, the results of which will be improvement water of quality and ecological

ние качества воды и экологического состояния водоема.

На первом этапе оздоровления необходимо проведение оценки экологического состояния водоема с определением величин показателей, характеризующих трофность водоема (содержание кислорода, биогенных элементов, толщина донных отложений и др.), необходимых для выбора методов. На основании полученных данных определяется направленность происходящих внутриводоемных процессов, составляется прогноз на будущее без изменения существующей экоситуации и при использовании определенных методов оздоровления, рассчитывается эффективность проведения мероприятий, предлагаются возможные альтернативные решения.

Предлагаемый алгоритм выбора основан на исключении из существующего набора методов, неподходящих в конкретном случае в связи с морфометрическими или экологическими особенностями водоема, или в связи с особенностями самих методов.

Для разработки методологии и создания банка данных по методам был проведен специальный библиографический поиск, в результате которого из отечественных и зарубежных источников была собрана и систематизирована информация о 35 существующих методах и способах оздоровления водоемов (в т.ч. 20 - "надежных"). Все они были разделены на две группы: восстановления (аэрация, удаление донных отложений и др.) и профилактики (залужение, лесонасаждение и др.). Первые предполагают вмешательство во внутриводоемные процессы, являются радикальными и направлены на восстановление измененных в результате антропогенной нагрузки свойств. Ко второй группе были отнесены методы, воздействующие преимущественно на внешние источники, предотвращающие загрязнение. Во многих случаях наиболее оптимальным является совместное использование методов восстановления и профилактики.

Систематизированные данные об изменении показателей качества воды при применении методов восстановления на качественном и количественном уровнях, а также сведения об особенностях методов и условиях, ограничивающих их применение, были сведены в специальные матрицы, используемые при выборе. Алгоритм вы-

condition of water reservoir.

The first step of restoration is the estimation of ecological condition of water reservoir with definition the indexes of trophic status water reservoir (oxygen concentrations, nutrients, sediments, etc.) for the choice necessary methods.

According to the experimental data we use the following approach:

- definition the motion of process inside water reservoir;

- composition the prognosis for future about the condition of water reservoir without change of existing ecological situation and using the methods of restoration;

- calculation the efficacy of the doing steps;

- suggestion of the alternative decisions.

Suggested algorithm of the choice is based on exception from existing methods which inappropriate in this case because of the morphometric and ecological peculiarity of water reservoir or because of the methods peculiarity.

The special search from native and foreign bibliography was done for elaboration the methodology and creation the databank. The result of this work is the systematize information about 35 existing methods and ways of water restoration (e.g. 20 - "reliable").

All of them were classified on two groups:

- restoration (aeration, elimination of sediments and etc.);

- prophylactic (preventive waste water treatment, curcular canalisation, afforestation and etc.)

The first of them propose the interference in the process inside water ecosystems. Therefore, they are radical and using for restoration of the quality which were modified by anthropogen loading.

Further, the second group include the methods which influence over external sources and prevent the pollution.

In most case, the optimal is the methods of restoration and prophylactic using together.

The systematize data about the modification indexes of water quality on qualitative and quantitative levels were presented in special matrixs. Also at these matrixs the information about peculiarity of methods and conditions using by the choice were presented

бора с помощью матриц позволяют при известных показателях качества воды и некоторых гидрологических характеристиках подобрать оптимальные методы оздоровления.

БАНК ДАННЫХ

Разработанный авторами работы банк данных по методам оздоровления озер в настоящее время содержит информацию об известных по литературным данным методах оздоровления водоемов и позволяет решать задачи выбора методов в зависимости от особенностей озер, их состояния, особенностей самих методов. Информационная база содержит коды и описания методов, аннотации, библиографию. Программная оболочка БД обеспечивает последовательную детализацию информации по всем методам оздоровления. Она выполнена в виде иерархических меню и обеспечивает пользователю доступ к любому методу оздоровления и литературному источнику, описывающему условия применения.

При необходимости пользователь может получить распечатать всю необходимую ему информацию.

БД имеет блок обновления информации, что обеспечивает пользователю использование всего арсенала средств санации и оздоровления водоемов, включая новейшие публикации.

В настоящее время в БД собрано более 40 текстов литературных источников. Тексты могут содержать математические и химические формулы.

БД реализован на персональной ЭВМ класса PC AT с использованием файлов формата Dbase.

too. The algorithm of the choice with matrixs allows to select the optimal methods of restoration with certain indexes of water quality and some hydrological indexes

DATABANK

At present, the databank of methods for lakes restoration designed by authors contains the information about the methods of water restoration are now certain at source of literature. It is allows to decide the tasks of methods choice, takes into account the condition and the peculiarity of lakes and the peculiarity of methods. The databank contains the press-marks and the describe of methods, abstracts, bibliography.

The program shell of databank allows the logical detalization information over all of methods for restoration. Software was created like dialog, very convenient. So, the investigators have access to some methods of restoration and some sources of literature describing all conditions of application.

Besides, the investigator can print all information from databank and can use all methods of sanation and water restoration including all new publication.

The methods of lakes restoration databank now contains more that 40 sources of literature. The texts can include mathematical and chemical formulae.

The databank was created for personal computer PC/AT using the files with format Dbase.

ДЕТОКСИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ,
ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
И ПЕСТИЦИДОВ ГУМУСОВЫМИ
ВЕЩЕСТВАМИ В ВОДАХ И ПОЧВАХ

*Петросян В.С.,
Перминова И.В.,
Ковалевский Д.В.,
Данченко Н.Н.,
Ященко Н.Ю.,
Лебедева Г.Ф.,
Куликова Н.А.,
Филиппова О.И.,
Венедиктов П.С.,
Полынов В.А.,
Бавилин Д.В.
МГУ им. Ломоносова*

Роль гумусовых кислот – основного компонента органического вещества природных вод и почв – в изменении биологической активности (токсичность, биоаккумуляция, биопоглощение) различных химических веществ, загрязняющих окружающую среду, до сих пор мало изучена. По литературным данным гумусовые кислоты обычно снижают токсичность как тяжелых металлов, так и органических соединений (1–5), в то же время в некоторых работах описано противоположное действие гумусовых кислот (6,7). Широкое распространение этих веществ в окружающей среде обуславливает возникновение двух основных проблем:

Во-первых, необходимо разработать принципы количественной оценки влияния гумусовых кислот на биологическую активность основных классов описанных химических загрязнителей, таких как тяжелые металлы, пестициды, нефтяные, полиароматические и хлорированные углеводороды. Нельзя не учитывать тот факт, что биологическая активность химических веществ сильно меняется в природных средах, поэтому модельные эксперименты в среде дистиллированной воды или чистого песка в отсутствие гумусовых веществ не позволяют адекватно предсказывать биологическую активность. Изучение взаимодействия загрязнителей с природным органическим веществом позволит оценить реальную опасность химических токсикантов и создать более обоснованную систему ПДК.

DETOXIFICATION OF HEAVY METALS,
POLYAROMATIC HYDROCARBONS
AND PESTICIDES BY HUMIC SUBSTANCES IN
WATERS AND SOILS

*V.S. Petrosyan,
I.V. Perminova,
D.V. Kovalevskiy,
N.N. Danchenko,
N.Yu. Yashchenko,
G.F. Lebedeva,
N.A. Kulikova,
O.I. Philippova,
P.S. Venediktov,
V.A. Polynov,
D.V. Vavilin.
Lomonosov University*

The role of humic acids – major constituent of organic matter of natural water and soil media – in mediating biological activity (toxicity, bioaccumulation, uptake) of different chemicals released into the environment is still poorly understood. While they are usually prescribed by exposing mitigating impact on the biological activity both of heavy metals and organic chemicals (1–5), the opposite observations are reported as well (6, 7). Given ubiquity and abundance of these substances in the environment, two main problems here can be considered as follows:

– It is necessary to develop principles of quantitative estimation of humic acids impact on biological activity of main classes of harmful chemicals released into the environment (heavy metals, pesticides, petroleum, polyaromatic and chlorinated hydrocarbons). The fact that biological activity of the chemicals changes greatly in natural surroundings and can be hardly approximated by the forecasts of model experiments conducted in distilled water or pure sandy media, can not be skipped any longer. Expanded studies on interactions of the chemicals with natural organic matter – main factor altering biological activity of ecotoxicants in the environment – can improve the existing system of «maximum permissible levels» followed by much more realistic predictions of danger from the released chemicals.

Во-вторых, на базе доказанного детоксицирующего эффекта гумусовых кислот и специфической активности по отношению к отдельным классам загрязнителей, зависящей от типа торфа, можно разработать научнообоснованные рекомендации по использованию торфов и других богатых гумусом материалов в качестве детоксикантов для водной и почвенной среды. Существование больших запасов природных источников гумусовых веществ, таких как торф и сапропель (озерные донные осадки) с одной стороны и развитого производства удобрений и биостимуляторов на основе гумуса с другой стороны, делает данную проблему практически значимой. Кроме того, информация о «сродстве» охарактеризованных торфяных гумусовых кислот к определенному классу соединений может быть использована для дальнейших исследований по направленному синтезу специфических детоксицирующих агентов на основе торфяного гумуса.

Принимая во внимание вышесказанное, мы полагаем, что представленные ниже результаты экспериментальных исследований можно считать первым шагом к решению данных проблем.

В настоящей работе изучалась способность различных гумусосодержащих материалов снижать биологическую активность таких экотоксикантов как тяжелые металлы, полиароматические углеводороды (ПАУ) и пестициды. Эксперименты с тяжелыми металлами и ПАУ проводились в водной, а с пестицидами – в почвенной среде.

Для экспериментов в водной среде использовались выделенные и очищенные образцы речных, морских, почвенных и торфяных гумусовых кислот. Как известно, в природных водоемах гумусовые вещества составляют от 60 до 90% от общего количества растворенного органического вещества (8).

Токсичность трех опасных для водных экосистем тяжелых металлов – кадмия, меди и свинца – регистрировалась в присутствии перечисленных выше гумусовых кислот различного происхождения. В качестве тест-объекта использовали культуру зеленой водоросли *Chlorella Vulgaris*, а в каче-

– The other aspect of the problem under consideration, which can bring investigations on potential detoxifying properties of humic acids directly in the field of practical agricultural research – is related to the existence of large natural resources of humic substances – such as peat and sapropel (lake bottom sediments) and, besides, quite good developed industry of both humic fertilizers and biostimulators production. Under conditions of proved detoxifying impact of peat humic acids and, moreover, known specific activity to certain chemicals depending on the kind of peat they were extracted from, motivated use of peat and other humics-enriched materials as detoxicants for water and soil media can be developed. Besides, information about «affinity» between characterized peat humic acids and certain kind of chemicals can be used for the follow-up research on directed synthesis of specific detoxifying agents on the basis of peat humics.

Having in mind the given considerations, we believe that the presented below experimental results can serve us as an initial step in approaching the discussed field.

In the presented research different humics-containing materials were checked on their ability to mediate biological activity of such ecotoxicants as heavy metals, polyaromatic hydrocarbons (PAHs) and pesticides. Experiments with heavy metals and PAHs were conducted in aqueous media with pesticides – in soil media.

Purified isolated samples of riverine, marine, soil and peat humic acids were used for the experiments in aqueous media, where in natural conditions these substances comprise from 60 up to 90 % of the total dissolved organic matter (8).

The toxicities of three dangerous for water ecosystems heavy metals – cadmium, copper and lead – were registered in the presence of listed above humic acids of different origin. As a biotarget was used green algae *Chlorella vulgaris*, as a test-function – photosynthetic activity, determined by the fluorimetric method.

стве тест-функции – фотосинтетическую активность, определенную флуориметрическим методом.

Влияние речных ГК на токсичность ПАУ исследовалось на примере флуорантена и фенантрена. В качестве тест-объекта использовались *Chlorella Vulgaris* и представитель ракообразных – *Daphnia Magna*; в качестве тест функции – фотосинтетическая и пищевая активность для *Chl. Vulgaris* и *D. Magna*, соответственно. Пищевая активность регистрировалась по изменению фотосинтетической активности водоросли, которая служила пищей для рачков.

Для почвенной среды использовались содержащие гумус природные материалы (торф и сапропель), а так же производимые промышленностью торфяные гидролизаты (гидрогумат и оксигумат), используемые в качестве биостимуляторов. Исследовалось влияние указанных материалов на токсичность современного пестицида Глин, относящегося к классу сульфонилмочевин. В качестве тест-объекта была выбрана кукуруза; биологический отклик регистрировали сравнением биомассы растений, выращенных на содержащей пестицид почве в присутствии гумусосодержащих материалов и без них.

Для оценки детоксицирующей способности изученных гумусовых веществ нами был введен параметр «процент детоксикации», который рассчитывался по следующей формуле:

$$D = 1 - \frac{R_o(R_d - R_d + t)}{R_d(R_o - R_t)} \cdot 100\%$$

где

D – процент детоксикации;

R – биологический отклик (для водоросли – фотосинтетическая активность, для рачков – пищевая активность, для кукурузы – сухая биомасса);

R_o – биологический отклик в контрольных экспериментах – тестируемая среда как без токсиканта, так и без детоксиканта;

R_d – биологический отклик в присутствии детоксиканта;

R_t – биологический отклик в присутствии токсиканта;

R_{d+t} – биологический отклик в присутствии как токсиканта, так и детоксиканта.

The influence of riverine HA on PAHs toxicities was tested for fluoranthene and phenanthrene. As a biotarget was used *Chlorella vulgaris* and aquatic crustacean *Daphnia magna*, as a test function – photosynthetic and grazing activities for *Chlorella* and *D. magna* respectively. Grazing activity was determined by measurement of photosynthetic activity of algae – a food for *D. magna*.

For the soil media, different humic acids containing materials of natural (peat, sapropel) as well as artificial (hydrohumate and oxyhumate – peat hydrolysates, commercially available biostimulators) origin were used for the experiments aimed to elucidate impact of these materials on the toxicity of modern super pesticide Glean – representative of sulfonylureas. As a biotarget was chosen corn, the biological response was registered by comparing biomasses of the plants grown on contaminated soil in the presence of humics-enriched materials and without them.

For the estimation of detoxifying ability of the tested humic substances we introduced a parameter «percentage of detoxification», which was calculated by the developed formula:

$$D = 1 - \frac{R_o(R_d - R_d + t)}{R_d(R_o - R_t)} \cdot 100\%$$

where

D – per cent of detoxification;

R – biological response, for green algae – photosynthetic activity, for *D. magna* – grazing activity, for corn plants – dry biomass;

R_o – biological response registered in the control experiments – tested medium without either toxicant (heavy metals, PAHs or Glean) or detoxicant (humics materials);

R_d – biological response in the presence of detoxicant;

R_t – biological response in the presence of toxicant;

R_{d+t} – biological response in the presence of both detoxicant and toxicant in the same tested medium.

Данная формула позволяет вычлнить только детоксицирующий эффект, поскольку эффект удобрения почв гумусосодержащими материалами при таком способе расчета исключается.

Результаты проведенных экспериментов приведены на рис.1-4.

Как видно из результатов экспериментов, проведенных в водной среде, содержащей тяжелые металлы (рис.1), в присутствии гумусовых кислот токсический эффект на водоросль значительно снижается. Эта основная тенденция наблюдается для всех четырех типов исследованных гумусовых кислот. Однако, следует отметить, что морские гумусовые кислоты оказывают гораздо более слабое детоксицирующее действие как на медь так и на кадмий,

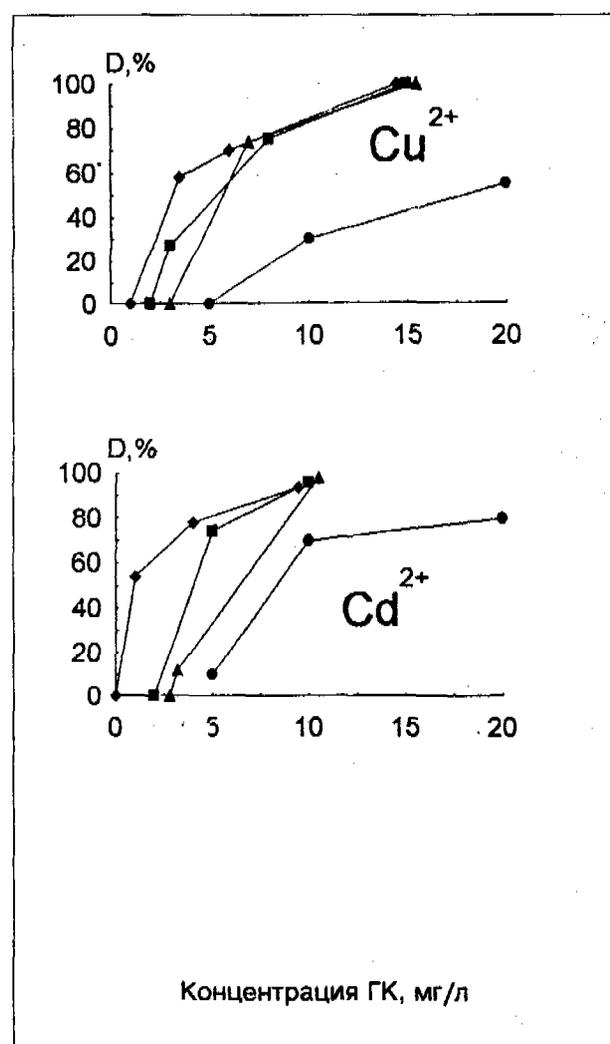


РИСУНОК 1. Концентрационная зависимость детоксицирующего эффекта гумусовых кислот (ГК) различного происхождения по отношению к тяжелым металлам (эксперименты с *Chlorella Vulgaris*).

Use of the given formula allows to evaluate a pure detoxification effect, - effect of additional fertilization caused by inducing of humic materials into the tested media is eliminated by the given technique of calculation.

Results of the conducted experiments are presented in Fig.1-4.

As can be seen from the results of the experiments conducted in aqueous media contaminated with heavy metals (Fig.1), in the presence of humic acids the toxic impact on algae is greatly reduced. This general trend is valid for all four kinds of humic acids tested. However, while the detoxification efficiencies of peat, soil and riverine humic acids are very close one to another, marine humic acids stand out of this series, exposing much weaker detoxification impact on Cu, as well as Cd. This can be explained by the structural peculiarities of marine humic acids, which are characterized by the predominance of aliphatic structural units (9), followed by the reduction in chelating ability of these substances in comparison with such highly aromatic structures as peat, soil or fresh water.

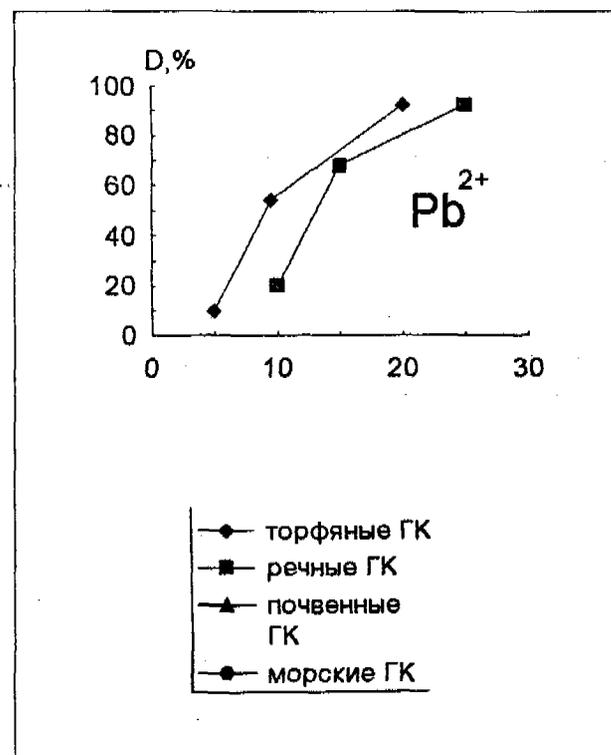


FIG.1. Concentration dependencies of detoxification effects of humic acids (HA) on heavy metals in relation to *Chlorella vulgaris*.

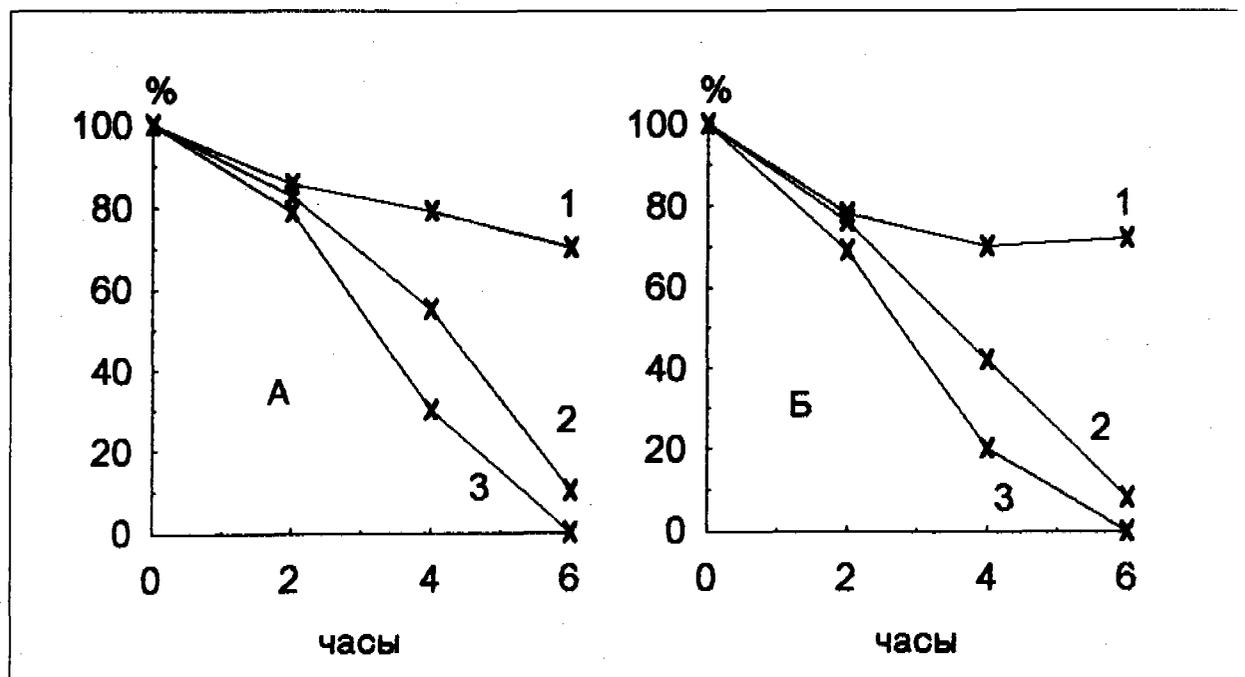


РИСУНОК 2. Подавление фотосинтетической активности хлореллы (в % от контроля) флуорантеном (0.7 мг/л) в зависимости от концентрации гумуса: 1 – 100 мг/л; 2 – 10 мг/л; 3 – 0 мг/л. Время предварительной выдержки флуорантена в растворе с гумусом: А – 12 часов; Б – 96 часов.

FIG. 2. Photosynthetic activity of *Chlorella vulgaris* (% of the control culture's one) in the presence of fluoranthene (0.7 mg/l) versus concentration of riverine HA in the cultivation medium (mg/l): 1- 100, 2 - 10, 3 - 0. Contact time for fluoranthene and HA before bringing in the algae: A - 12h, B - 96h.

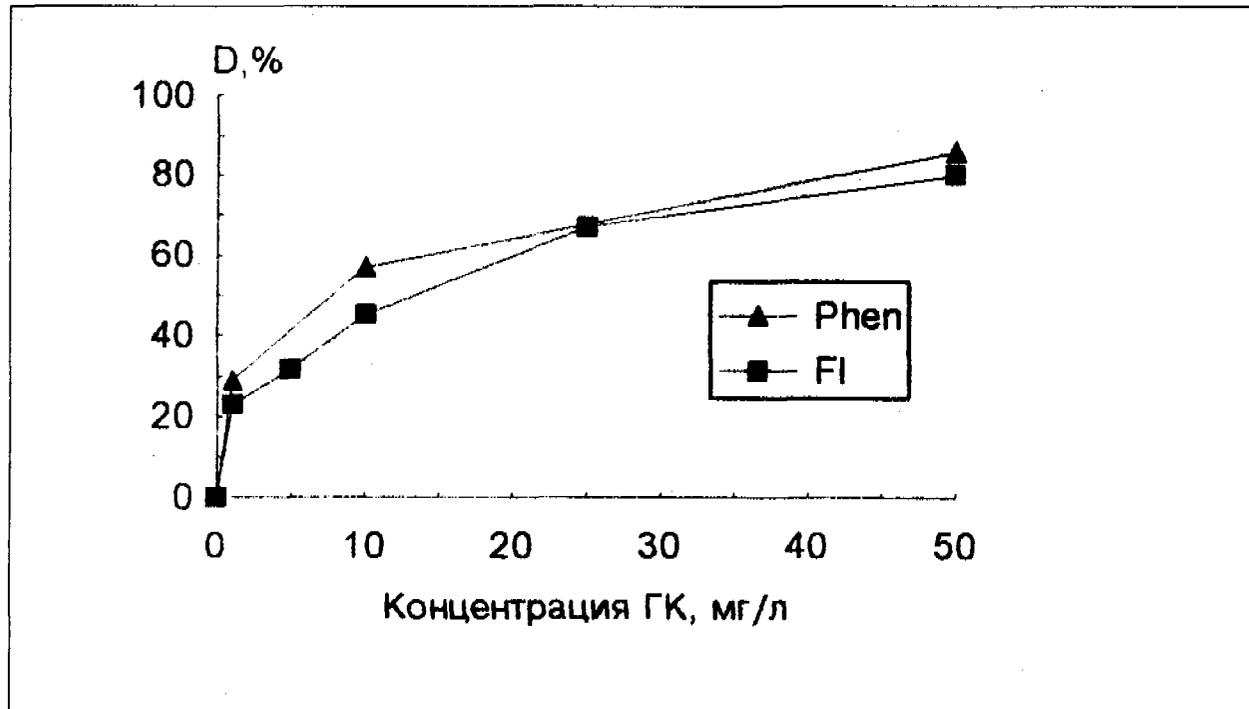


РИСУНОК 3. Детоксикация ПАУ по отношению к *Daphnia magna* речными гумусовыми кислотами. Phen – фенантрен, 0.5 мг/л; Fl – флуорантен, 0.13 мг/л.

FIG.3. Detoxification of PAHs by riverine HA in relation to *Daphnia magna*. Phen - phenanthren, 0.5 mg/l; Fl - fluoranthene, 0.13 mg/l.

тогда как эффективность детоксикации торфяных, почвенных и речных гумусовых кислот близка. Этот факт можно объяснить структурными особенностями морских гумусовых кислот, которые характеризуются преобладанием алифатических структурных фрагментов [9], что приводит к снижению хелатирующей способности этих веществ по сравнению с высокоароматичными структу-

humics. The conclusion which can be drawn from these results is that marine environment can be considered as much more vulnerable to the toxic impact of heavy metal contamination than fresh water or soil ecosystems. It means, that at the same level of pollution the ecological consequences for marine environment can be much more severe. This fact demonstrates that existence of the

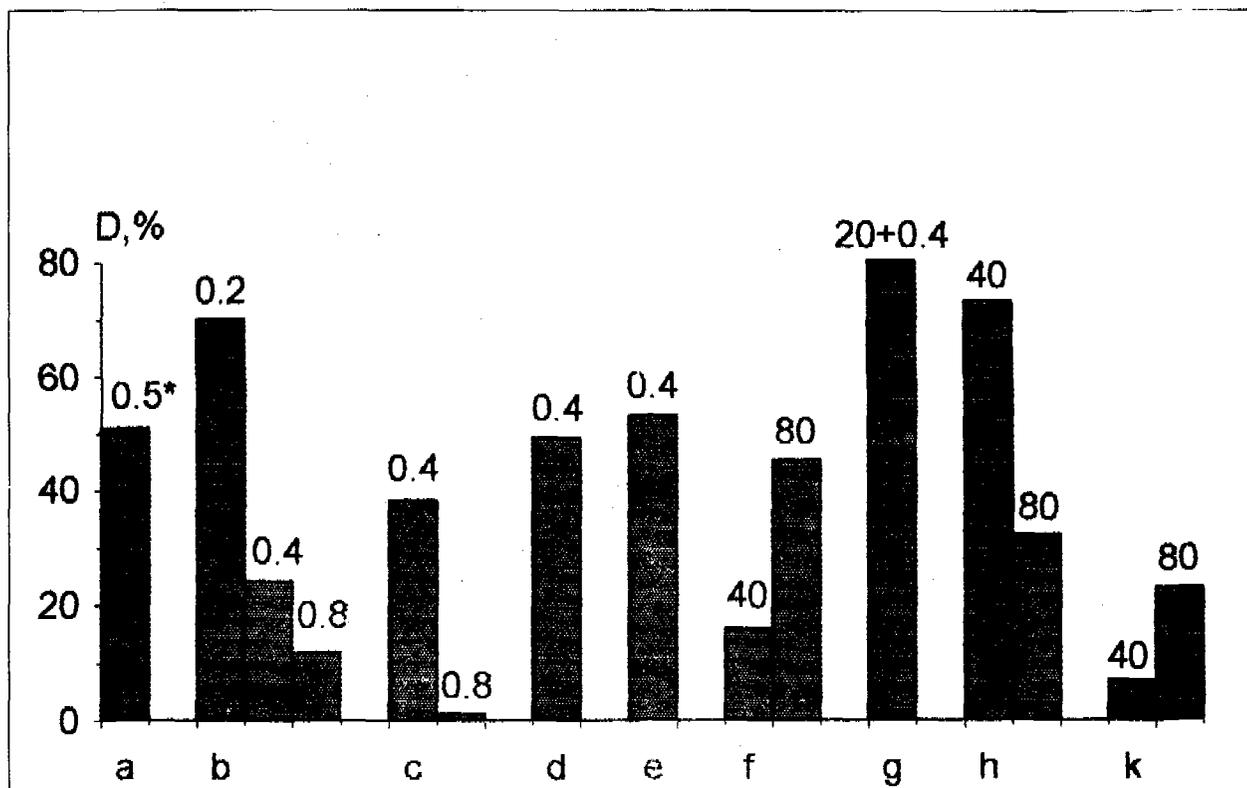


РИСУНОК 4. Детоксицирующий эффект различных гумусосодержащих материалов по отношению к гебициду Глин.

- a - активированный уголь;
- b - оксигумат;
- c - гидрогумат;
- d - опрыскивание оксигуматом;
- e - опрыскивание гидрогуматом;
- f - сапропель;
- g - сапропель + гидрогумат;
- h - торф No3; k - торф No10.

*Числа над колонками обозначают дозы детоксиканта (т/Га).

FIG.4. Detoxification effect of different humics-counteracting materials on pesticide Glean

- a - activated charcoal;
- b - oxyhumate;
- c - hydrohumate;
- d - oxyhumate by sprinkling;
- e - hydrohumate by sprinkling;
- f - sapropel;
- g - sapropel + hydrohumate;
- h - peat No3;
- k - peat No10

*Numbers above the columns mean the dose of detoxicant, tons per hectare.

рами гумуса торфа, почвы и пресных вод. На основе полученных результатов, можно предположить, что морская среда более уязвима к токсическому действию тяжелых металлов чем пресные воды и почвенные экосистемы. Это означает, что при том же уровне загрязнения экологические послед-

same maximum permissible levels of heavy metals for fresh water and marine ecosystems is illogical in terms of real danger which these contaminants exposed to the environment.

Results of experiments with PAHs in aquatic media (Fig. 2,3) indicated that HA caused 50% detoxification impact on PAHs in rela-

ствия для морской среды могут быть гораздо более тяжелыми. Следовательно, существование одинаковых предельно допустимых концентраций тяжелых металлов для пресноводных и морских экосистем необоснованно с точки зрения реальной опасности данных загрязнителей для определенной природной среды.

Результаты токсикологических экспериментов с ПАУ (рис. 2,3) показали что при концентрациях 10–50 мг/л, характерных для речных вод, гумусовые кислоты оказывают 50% детоксицирующее действие. Следовательно, ГК являются достаточно эффективными детоксикантами для ПАУ в водной среде.

Результаты токсикологических экспериментов в почвенной среде (рис.4) показывают, что все исследованные гумусосодержащие материалы в большей или меньшей степени обладают детоксицирующей способностью по отношению к пестициду Глин, причем их активность сравнима либо больше чем у активированного угля – достаточно эффективного агромелиоранта (10). Однако, разброс результатов существенно больше, чем для экспериментов в водной среде, что можно объяснить значительным влиянием негумусовых компонентов данных материалов. Тем не менее, можно сделать вывод, что гумусосодержа-

щие материалы могут быть использованы в качестве эффективных детоксикантов в сельском хозяйстве. Для более конкретных рекомендаций необходимы расширенные исследования селективности и эффективности их действия на различные группы загрязнителей.

tion to D. magna under concentration range 10 – 50 mg/l which is characteristic for natural waters. Therefore HA are effective detoxicants of PAHs in waters.

Results of toxicological experiments in soil media (Fig.4) also showed that all of the tested humic-enriched materials to bigger or less extent possessed detoxification abilities in relation to pesticide Glean, which was on the same level or higher than that of activated charcoal – quite efficient agricultural meliorant (10). However, the results are much more scattered than for the discussed above set of the experiments, apparently reflecting influence of not only humic component of these materials but of the other factors as well.

Nonetheless, the conclusion can be made, that humic-containing materials can be used as effective detoxicants for agricultural needs, but the extended research is in need on the selectivity and efficiency of their action on the different groups of the contaminants.

щие материалы могут быть использованы в качестве эффективных детоксикантов в сельском хозяйстве. Для более конкретных рекомендаций необходимы расширенные исследования селективности и эффективности их действия на различные группы загрязнителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. McCarthy, J.F., B.D. Jimenez, T. Barbee. (1985). Effect of dissolved humic material on accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons: structure-activity relationships. *Aquat. Toxicol.* 7, 15–24.
2. Oris, J.T., T. Hall, J.D. Tylka. (1990). Humic acids reduce the photo-induced toxicity of anthracene to fish and daphnia. *Environ. Toxicol. Chem.* 9, 575–583.
3. Servos, M.R., D.C.J. Muir. (1989). Effect of dissolved organic matter from Canadian Shield lakes on the bioavailability of 1,3,6,8 tetrachlorodibenzo-p-dioxin to the Amphipod *Grangonyx Laurentianus*. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 141–150.

REFERENCES

1. McCarthy, J.F., B.D. Jimenez, T. Barbee. (1985). Effect of dissolved humic material on accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons: structure-activity relationships. *Aquat. Toxicol.* 7, 15–24.
2. Oris, J.T., T. Hall, J.D. Tylka. (1990). Humic acids reduce the photo-induced toxicity of anthracene to fish and daphnia. *Environ. Toxicol. Chem.* 9, 575–583.
3. Servos, M.R., D.C.J. Muir. (1989). Effect of dissolved organic matter from Canadian Shield lakes on the bioavailability of 1,3,6,8 tetrachlorodibenzo-p-dioxin to the Amphipod *Grangonyx Laurentianus*. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 141–150.

4. Stackhouse, R.A., W.H. Benson. (1989). Interaction of humic acids with selected trace metals: influence on bioaccumulation in daphnids. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 639-644.

5. Day, K.E. (1991). Effects of dissolved organic carbon on accumulation and acute toxicity of fenvalerate, deltamethrin and cyhalothrin to *Daphnia magna* (straus). *Environ. Toxicol. Chem.* 10, 91-101.

6. Oikari, A. J. Kukkonen, V. Virtanen. (1992). Acute toxicity of chemical to *Daphnia magna* in humic waters. *Sci. Total Environ.* 117/118, 367-377.

7. Stewart, A.J. (1984). In: K.E. Cowser (Ed.), *Synthetic Fossil Fuel Technologies*, Butterworth Publ., Boston, 505-521.

8. Aiken, G.R., D.M. McKnight, R.L. Wershaw, P. McCarthy (Eds.) (1985). *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation and Characterization*. Wiley- Interscience, N.Y.

9. Piotrowicz, S.R., G.R. Harvey, D.A. Boran, C.P. Weisel, and M. Springer-Yng. (1984). Cadmium, copper, and zinc interactions with marine humus as a function of ligand structure. *Mar. Chem.*, 14, 333-346.

10. Лебедева Г.Ф., Пильщикова Н.А., Агапов В.И., (1991). Использование активированного угля для защиты чувствительных культур от действия гербицидов. *Вестник МГУ, Серия Почвоведение*, 1, 73-77.

4. Stackhouse, R.A., W.H. Benson. (1989). Interaction of humic acids with selected trace metals: influence on bioaccumulation in daphnids. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 639-644.

5. Day, K.E. (1991). Effects of dissolved organic carbon on accumulation and acute toxicity of fenvalerate, deltamethrin and cyhalothrin to *Daphnia magna* (straus). *Environ. Toxicol. Chem.* 10, 91-101.

6. Oikari, A. J. Kukkonen, V. Virtanen. (1992). Acute toxicity of chemical to *Daphnia magna* in humic waters. *Sci. Total Environ.* 117/118, 367-377.

7. Stewart, A.J. (1984). In: K.E. Cowser (Ed.), *Synthetic Fossil Fuel Technologies*, Butterworth Publ., Boston, 505-521.

8. Aiken, G.R., D.M. McKnight, R.L. Wershaw, P. McCarthy (Eds.) (1985). *Humic Substances in Soil, Sediment, and Water: Geochemistry, Isolation and Characterization*. Wiley- Interscience, N.Y.

9. Piotrowicz, S.R., G.R. Harvey, D.A. Boran, C.P. Weisel, and M. Springer-Yng. (1984). Cadmium, copper, and zinc interactions with marine humus as a function of ligand structure. *Mar. Chem.*, 14, 333-346.

10. Lebedeva G.F., N.A. Pilschikova, V.I. Agapov, (1991). Use of activated charcoal for the protection of susceptible crops from the pesticides action. *Vestnik MGU, Soil Sciences Series*, 1, 73-77.

НЕОТЛОЖНАЯ ЗАДАЧА МИРОВОГО
СООБЩЕСТВА ПО РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ
ЗАЩИТЫ ПЛАНКТОНА ОТ ГИБЕЛИ В
ГИДРОМАШИНАХ.

*Постоев В.С., проф. д.т.н., АО "Невский",
Патякин В.И., проф. д.т.н., Лесотехническая
академия.*

По данным исследований (1990-92 гг.) петербургских ученых в турбинах высоконапорных ГЭС почти полностью разрушается и гибнет зоо и фитопланктон, в низконапорных ГЭС -75%, в винтах судов, в насосных станциях до 70% и выше.

Показана связь этого явления с кавитационными процессами в гидромашинах. Представлен механизм разрушения планктона.

Воздействие на окружающую среду огромного количества работающих в мире гидроустановок (через их проточные каналы проходят десятки тысяч кубических километров природной воды) оценивается как сильнейший фактор глобального негативного влияния на водные экосистемы Земли.

В результате гибели планктона резко нарушаются процессы самоочищения водоемов, идет непрерывный процесс их загрязнения мертвой органикой погибшего планктона. В этих условиях существенно возрастает роль хозяйственных стоков как загрязнителей водоемов

Показано, что именно в неблагоприятных ("больных") водных регионах имеет место наибольшая плотность работающих судов водного транспорта, турбин ГЭС, насосных станций. Такими регионами являются: Волга, Дунай, Днепр, Енисей, Ангара, Нил, Рейн и многие другие реки, моря и озера: Азовское, Черное, Каспийское, Балтийское, Красное, Средиземное, Ладожское и др. в различных континентах мира.

По количеству и энергоемкости гидромашин (гидравлических и насосных станций, водного транспорта) Балтийский регион занимает одно из первых мест в мире.

Во всех регионах мира качество воды с каждым годом ухудшается и это происходит не без помощи огромного количества работающих гидроустановок.

Поэтому в комплексе решения экологи-

"URGENT TASK OF THE WORLD COMMUNITY
TO SOLVE THE PROBLEM OF PLANKTON
CONSERVATION FROM DESTRUCTION IN
HYDROPLANTS"

*Postoyev V.S. professor, A.O. "Nevsky".
Patyakin V.J. professor, Forest Technical
Academy*

According to the investigations (1990-91) of St.Petersburg scientists zoo- and phytoplankton is almost completely destroyed and damaged in the turbines of high-head hydroelectric stations(HES), in low-head HES 75% and in the screws of water transport and pumps up to 70% and more are destroyed.

The connection of this phenomenon with cavity-forming processes in hydroplants is shown. The mechanism of plankton destruction is described.

The influence of the enormous number of hydroplants, operating in the world, on the environment (dozens of thousands of natural water cubic kilometres flow through their canals) is considered to be the strongest factor of global negative effect on water ecosystems of the Earth.

Plankton destruction results in abrupt deterioration of selfpurification processes in reservoirs and their continuous pollution with dead organic substances. Under these conditions the effect of commercial flows, polluting reservoirs, becomes more essential.

It is illustrated that just in unfavourable ("sick") water regions the intensive exploitation of water transport, HES turbines and pumping plants takes place. Such regions are: the Volga, the Danube, the Dnieper, the Yenisei, the Angara, the Nile, the Rhine and many other rivers; seas and lakes: the Azov, Black, Caspian, Baltic, Red Seas, the Mediterranean, Lake Ladoga and the like in various continents of the world.

By the number and power consumption of hydroplants (hydraulic and pumping stations, water transport) the Baltis region takes one of the first places in the world.

In all the world regions the quality of water becomes worse every year, this happening due to the great number of operating hydroplants.

As a result, conservation of plankton from

ческих проблем водных систем задача защиты планктона от гибели в гидромашинных является сейчас одной из наиболее актуальных и неотложных. Без ее решения невозможно восстановить нарушенное хозяйственной деятельностью человека экологическое равновесие на Земле.

Разработан эффективный метод защиты планктона от гибели, суть которого в том, что в работающих гидроустановках создаются такие режимы работы, при которых исключается развитие кавитационных процессов на планктонных организмах. Планктон благополучно проходит проточный тракт машины.

Метод защиты планктона проверен в натурных условиях на турбинах Усть-Илимской ГЭС (река Ангара). Показано, что в безопасных режимах работы турбины, наряду с защитой планктона, улучшаются эксплуатационные характеристики: повышается к.п.д. турбины, значительно снижается кавитационное воздействие, вибрации, пульсации потока и шум в производственных помещениях. Перевод турбин ГЭС на экологически безопасные режимы эксплуатации не требует переделки механизмов машин и изготовления сложного оборудования. Капитальные затраты незначительны и быстро окупаются. Идея и предложения защиты планктона, реализованные на работающей гидротурбине, вполне пригодны и могут быть использованы при организации защиты планктона в винтах водного транспорта и насосных станциях.

Предлагается генеральный план действий для решения задачи защиты планктона в работающих и создаваемых гидромашинных с достижением следующей главной цели: - в течение 6-8 лет все работающие в мире гидромашинные на природной воде, представляющие опасность для окружающей среды, перевести на экологически безопасные режимы эксплуатации.

Для достижения этой цели авторы считают необходимым объединить научные, технические и экономические возможности мирового сообщества и создать в С.Петербурге Международный центр экологической безопасности гидромашин под эгидой ЮНЕСКО, ЮНЕП, ЮНИДО, ПРООН и незамедлительно начать работы повсюду и прежде всего в экологически неблагоприятных регионах мира.

destruction in hydroplants is now one of the most burning issues in the set of ecological problems to be solved. Without its solution it would be impossible to restore the ecological balance on the Earth up set by the industrial activities of man.

The authors have worked out the efficient approach to plankton conservation from destruction, the essence of which being the introduction of operating conditions, that eliminate the development of cavity-forming processes on plankton organisms. Plankton passes through the running water section of the machine quite safely.

The method of plankton conservation was tested on location at the turbines of Ust-Ilimskaya HES (the Angara river). It is shown that the introduction of safe operating conditions, along with plankton conservation, improves the operating characteristics: the turbine efficiency grows, cavitation effect becomes lower to great extent, as well as vibration, flow pulsation and noise in industrial premises. The introduction of ecologically safe operating conditions doesn't require reconstruction of machine mechanisms of production of sophisticated equipment. The expenses involved are insignificant and quickly paid. The idea and proposals, concerning plankton conservation and being realized at the operating hydro-turbine, are quite suitable and useful for plankton conservation in crews of water transport and pumping plants.

The general plan of activities aimed at the solution of the main problem is put forward: in the course of 6-8 years at all world hydroplants, utilizing natural water, ecologically safe operating conditions are to be introduced.

To achieve this aim the authors consider it necessary to unite scientific, technical and economic means of the world community, to set up St.Petersburg branch of International coordinating centre for ecological safety of hydroplants, sponsored by UNESCO, UNER, UNIDO and PROON and to start immediate work everywhere, first of all, in unfavourable regions of the world.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ
ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

*Романенко Н.А., профессор,
Сергиев В.П., профессор,
Безр С.А., профессор,
Новосильцев Г.И., канд. мед. наук.
Институт медицинской паразитологии
и тропической медицины
им. Е.И. Марциновского, Москва.*

Сточные воды, являясь продуктом хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека, могут содержать возбудителей паразитарных болезней. На территории Российской Федерации в них наиболее часто обнаруживаются яйца аскарид, остриц, власоглавов, тениид, описторхид, дифиллоботриид, цисты дизентерийной амебы, лямблий, балантидий, ооцисты криптоспоридий.

Содержание их в неочищенных сточных водах колеблется от нескольких единиц до нескольких сотен и даже тысяч на один литр. Оно непостоянно как в течение суток: больше всего они обнаруживаются в утренние и вечерние часы, так и по сезонам года – наибольшее в осенне-зимне-весенний, наименьшее – в летний период.

Интенсивность обсеменения сточных вод яйцами гельминтов и цистами кишечных патогенных простейших зависит от уровня пораженности паразитами населения, животных, канализования населенных мест, расхода воды жителями.

Сброс неочищенных сточных вод в поверхностные водоемы или подача их на орошение сельскохозяйственных культур способствуют распространению паразитарных болезней среди населения, домашних и сельскохозяйственных животных. В связи с этим Российское санитарное законодательство требует обязательной предварительной их подготовки на очистных сооружениях.

Однако, применяемые для этого методы имеют различную барьерную функцию в отношении возбудителей паразитарных болезней.

METHODS OF WASTEWATER
TREATMENT FOR REMOVAL
OF PARASITIC PATHOGENS

*ROMANENKO N.A., Prof.,
SERGIEV V.P., Prof.,
BEZER S.A., Prof.,
NOVOSILCEV G.I., Ph.D.
Martsinovsky Institute of Medical
Parasitology and Tropical Medicine,
Moscow, Russia*

Excreta and wastewater generally contain high concentrations of excreted pathogens, especially in countries where diarrhoeal diseases and intestinal parasitoses are prevalent. Eggs of intestinal helminths (*Ascaris lumbricoides*, *Enterobius vermicularis*, *Trichuris trichiura*, *Taenia* spp., *Opisthorchis felinus*, *Diphyllobotrium* spp.) and cysts (oocysts) of protozoa (*Entamoeba histolytica*, *Lambliia intestinalis*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium* spp.) have been detected in samples of sewage from different parts of Russia.

Concentrations of these pathogens are varied from several items to several thousands in one liter of wastewater. The higher concentrations during a day have been registered in mornings and evenings. The lower concentrations during a year have been noticed in summer months.

Potential health hazard exists in recreational areas where wastewater contaminated surface water or in agriculture or aquaculture where wastewater or sewage were used in irrigation without treatment or after partial treatment. Neither form of reuse of wastewater was considered acceptable from health point of view. That is why strict standards were adopted by the legislation of Russian Federation for a special treatment of wastewater before the reuse.

The engineer designing a wastewater-treatment procedure for a reuse scheme needs to know to what degree excreted pathogens must be removed. Appropriate design guidelines will make it possible to select the wastewater technology and reuse management techniques which will be reliable achieve the health protection against parasitic pathogens necessary.

Conventional wastewater and sewage treatment systems (plain sedimentation, production of activated sludge, and use of biological

1. Сооружения механической очистки (решетки – песколовки – отстойники) – обеспечивают освобождение сточных вод от яиц гельминтов на 17–42%, цист кишечных простейших – 8–31%. В вертикальных отстойниках задерживается от 33 до 53,6% яиц гельминтов.

2. Аэро- и биостанции – на 86,4–98,2% и 78,8–96,4%, соответственно. На биофильтрах задерживается от 32 до 54%, а в аэротенках – 36–70% яиц гельминтов.

3. Компактные очистные сооружения заводского изготовления не обеспечивают полного освобождения сточных вод от яиц гельминтов и цист кишечных простейших. Эффективность задержки их достигает на: БИО-25 – 94–98%, КУ-200 – 73–80%, КУ-400 – 97–98%, КУ-700 – 91,95%.

На ее величину оказывают влияние нагрузка, регулярность очистки отстойников от накапливающегося осадка, режим эксплуатации. Так, например, увеличение нагрузки на очистную установку «Оксиджет» в 2 раза приводит к снижению эффективности дегельминтизации сточных вод на 75%, в то время как по химическим и бактериологическим показателям эффект очистки остается на проектном уровне.

4. Биологические пруды. Полное освобождение сточных вод от возбудителей паразитарных болезней достигается: в проточных прудах, состоящих из 6 секций и скорости течения не более 0,3 м/мин.; в контактных прудах – при выдерживании стоков: весной и осенью – 9–12, летом – 6–7 сут.

5. Надежную защиту поверхностных водоемов от загрязнения яйцами гельминтов и цистами кишечных патогенных простейших обеспечивают пруды накопители, поля наземной и подземной фильтрации, земледельческие поля орошения, используемые для доочистки сточных вод.

Предлагаемые выше показатели эффективности работы очистных сооружений предназначены для лиц, занимающихся вопросами охраны окружающей среды от загрязнения сточными водами и борьбы с передачей паразитарных болезней людей и животных.

filters, aerated lagoons and oxydated ditches) are not generally effective in removing helminth eggs and protozoa cysts.

Expected removal of parasitic pathogens in various wastewater systems are fluctuated. Sedimentation removes 17–54% of eggs and 8–31% of cysts, biofiltration and aerated lagoon – 86–98% and 78–86% subsequently.

Waste stabilization ponds are a series of 6 ponds with a total retention time of 9–12 days in spring and autumn and 6–7 days in summer can be designed to achieve adequate helminth eggs removal.

Tertiary treatment is used to upgrade effluents from wastewater-treatment plants. An appropriate tertiary treatment option is to add one or more ponds in series to a conventional treatment plant.

Special fields for soil drainage of sewage with application of wastewater over a ground surface or an under surface through a system of perforated tubes are widely used in Russia with good results.

Additional protection can be obtained by introduction of crop restriction to be grown on wastewater irrigated fields.

Extensive new epidemiological evidence proved correct that main actual health risks of wastewater to be used for crop irrigation are associated with helminthic diseases. This means that some 99,9% of helminth eggs must be removed by appropriate treatment processes in areas where helminthic diseases are endemic and present actual health risks.

The E.I. Martsinovskiy Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine carries out researches on the efficacy of different methods for removal of parasitic pathogens and the safe reuse of wastewater.

Саргаев Павел Маркович, кандидат химических наук, доцент Санкт-Петербургского Ветеринарного института;
Кочнев Игорь Нильсович, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник НИИ физики Санкт-Петербургского Государственного Университета;
Кукуй Лев Михайлович, доктор мед. наук, зав. отделением Санкт-Петербургской Покровской больницы;
Чурина Светлана Константиновна, доктор мед. наук, зав. лабораторией Института Физиологии им. И.П.Павлова РАН;
Попов Юрий Викторович, кандидат физ.-мат. наук, зав. отделом Государственного Оптического института им. С.И.Вавилова;
Кукуй Даниил Львович, клинический ординатор НИИ Гриппа РАН

Sargaev Pavel Markelovich, Ph.D. Chem., Ass. Professor at St.Petersburg Veterinary Institute;
Kochnev Igor Nilsovich, Ph.D. Phys., senior researcher at Physical Institute of St.Petersburg State University;
Kukui Lev Mikhailovich, M.D., head of department at St.Petersburg Pokrovskaya Hospital;
Churina Svetlana Konstantinovna, M.D., head of laboratory at I.N.Pavlov Physiology Institute of Russian Academy of Sciences;
Popov Yuri Victorovich, Ph.D. Phys., head of department at S.I.Vavilov State Optical Institute;
Kukui Daniil Lvovich, postgraduate student at Institute for Influenza of Russian Academy of Sciences.

В рамках существующих моделей строения воды (в том числе многокомпонентные (кластерные и клатратные), континуальные и их разновидности) достигнуты успехи при описании лишь ограниченного числа свойств.

Within the framework of existing models of the structure of water, including multi-component (clusters and clutrates) models, continuous ones and their variations, only a limited amount of water's properties have been successfully described.

Широкий спектр свойств воды количественно описывается с позиций модели структурных единиц жидкости (Саргаев, 1991, 1991, 1992). Многомерные образования, имеющие частоты движений как целого, названы Саргаевым (1991) структурными единицами жидкости и рассматриваются как системы большого канонического ансамбля, которые окружены такими же системами, участвуют в тепловом движении, взаимодействуют, возбуждая межмолекулярные и внутримолекулярные движения, обмениваются между собой массой и энергией, как открытые системы с переменным числом частиц, так что среднее число молекул в структурных единицах жидкости (g) представляет собой вероятностную величину и зависит от параметров состояния. Распределение структурных единиц по числу молекул в них предполагается соответствующим распределению Гаусса, а среднеквадратичное отклонение имеет значение $s=g^{1/2}$. В спектрах жидкостей могут проявляться резонансные движения структурных еди-

Various properties of water can be quantitatively described by the model of structural units of water (Sargaev, 1991, 1991, 1992). Polynomial formations, having their own frequencies of movement as whole, were named by Sargaev (1991) the structural units of liquid and are considered as systems of a large canonical ensemble. They are surrounded by similar systems, take part in thermal motion, interact with excitation of both intramolecular and intermolecular motions, and exchange mass and energy with each other as open systems with variable number of particles; so that the average number of molecules in a structural unit (g) is a statistical quantity and depends on external conditions. The number of molecules in structural units supposedly follows Gaussian distribution with standard deviation $s=g^{1/2}$. Resonance movement of structural units having nonzero dipole moment may manifest themselves in spectra of liquids. A dipole loses energy in emission, while emission of other dipoles compensates for this loss and creates electric field which

ниц, обладающих дипольным моментом. Каждый диполь, излучая, теряет энергию. Излучение других диполей восполняет эту убыль энергии и создает электрическое поле, которое поддерживает установившееся движение этого диполя. Таким образом, вся среда ведет себя как замкнутая система, совершающая свободные, а не вынужденные движения без каких бы то ни было внешних воздействий. Резонансные частоты движений структурных единиц как целого f_c связаны с таковыми для молекулярных частиц (f_m) соотношением $\ln f_c = \ln f_m g^{5/3}$ (1) и могут быть использованы для определения значений g . В случае воды $f_m = h/(8\pi^{7/3} I)$, $I = K_{вр} m r^2$ - момент инерции, m - масса, $r = (3V/(4\pi))^{1/3}$ - радиус и V - объем молекул, $K_{вр} = 1,4$ и $0,4$.

Значения f_c можно найти из диэлектрических спектров, отождествляя их с частотами начала нарушения линейной зависимости логарифма тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg } d$) от логарифма частоты (f) $\ln \text{tg } d = \ln u - \ln(2\pi E_0 E_1 f)$, (где u - электропроводимость, E_0 - электрическая постоянная, E_1 - диэлектрическая проницаемость), наблюдаемой в низкочастотной области диэлектрических спектров. Такой расчет (результаты см. в табл. 1 для формулы 1) дает наибольшие (g_{max}) значения для среднего числа молекул (g) в структурных единицах, причем $g = g_{\text{max}} \cdot g^{1/2}$.

В широком интервале температура значения g можно найти также из равенства химических потенциалов структурных единиц жидкости и равновесного пара. В случае воды при учете движений структурных единиц как целого и их фрагментов и поверхностной составляющей в выражении для свободной энергии Гельмгольца такая методика дает соотношение $Cg + 1/(6g) - 4,5 \ln g + C_1 + C_2 + S V g^{2/3}/(k T r) = 0$, (2) где $C = 4,5 + 0,5 \ln(2\pi) + \ln((I_A I_B I_C)^{1/2} V_p / (2 I^{3/2} V))$, $C_1 = (1/4)(g/(g+1)) \text{Sum}(x (\exp(x)+1)/(\exp(x)-1))$, $C_2 = \text{Sum}(x)/(2m/m + 4(g+1)/g)$, $x = h f / (kT)$, m - масса протона, V_p - объем и I_A, I_B, I_C - моменты инерции молекул пара, $f_{i(j)}$ - частоты мод межмолекулярных (f_i) и внутримолекулярных (f_j) колебаний молекул, s - поверхностное натяжение. Результаты такого расчета (см. табл. 1) совпадают со спектральными. В формуле (2) значения g относятся к движению структурных единиц

maintains the initial movement of the dipole. Thus, the whole medium acts as a closed system performing free oscillations without any external action. Resonance frequencies of whole structural units (f_c) are connected with those of monomolecular particles (f_m) as

$\ln f_c = \ln f_m^{(5/3)} \ln g$ (1) which can be used to calculate the value of g . For water, $f_m = h/(8\pi^{7/3} I)$, $I = K_{вр} m r^2$ is moment of inertia; m is mass, $r = (3V/(4\pi))^{1/3}$ - radius and V - volume of molecules; $K_{вр} = 1.4$ and 0.4 .

The values of f_c can be found from low-frequency parts of dielectric spectra as corresponding to frequencies at which the log-log dependence of loss tangent ($\text{tg } d$) versus frequency (f) $\ln \text{tg } d = \ln u - \ln(2\pi \epsilon_0 \epsilon_1 f)$ becomes nonlinear. Here u is conductivity, the values of g over a wide temperature range can be also determined from the condition of equal chemical potentials of structural units of liquid and equilibrium vapour. In the case of water, taking into account the movement of whole structural units and their fragments, and surface component of the free energy we get:

$Cg + 1/(6g) - 4,5 \ln g + C_1 + C_2 + S V g^{2/3}/(k T r) = 0$, (2) where $C = 4,5 + 0,5 \ln(2\pi) + \ln((I_A I_B I_C)^{1/2} V_p / (2 I^{3/2} V))$, V_p is volume, I_A, I_B and I_C are moments of inertia of vapour molecules, $f(i)$ and $f(j)$ are frequencies of inter- and intramolecular oscillations and s is surface tension

The results of this calculation (table 1) agree with spectral ones. In formula (2), the values of g correspond to movement of structural units in a meshed space and rotation about axes tangent to the particle's surface, and g_{max} to movement in an enclosed volume and rotation about the particle's centre of mass.

The model of structural units gives many possibilities for quantitative evaluation of

в ячеистом пространстве и вращению вокруг осей, проходящих касательно к поверхности частицы, g_{\max} - к движению в замкнутом пространстве и вращению вокруг центра тяжести частицы.

В модели структурных единиц имеются широкие возможности для количественных оценок расширения и сдвига области резонансных частот жидкости относительно таковых для парообразной фазы как в случае диэлектрических спектров, так и для спектров ИК, КР и рассеяния холодных нейтронов. Так, сдвиг мод f_1 и f_3 внутримолекулярных колебаний воды с высокой точностью описывается формулами $f_{1(L)}/f_{1(Q)} = a^{1/2}$; $f_{3(L)}/f_{3(Q)} = a^{1/2}$; $f_{2(Q)}/f_{2(L)}$, где $a = (1-2m_H/m)/(1-2m_H/gm)$, m_H - масса протона, $f_{1,2,3(L)}$ - частоты мод жидкой и $f_{1,2,3(Q)}$ - парообразной фаз. С флуктуациями g количественно связаны контракция воды при кристаллизации, электролитическая диссоциация и содержание мономеров. Стандартная свободная энергия Гиббса разрушения структурных единиц до мономерного состояния $G_0 = (4s V N/r) (1-1/g^{1/3})$ может быть использована для оценки содержания мономеров в воде, давления насыщенного пара, транспортных свойств. Модель позволяет выявить существенные особенности в явлениях переноса в жидкости. Так, коэффициент диффузии (D) связан с тепловым движением структурных единиц как целого и с движением фрагментов последних $3 D = kT/(6\pi n r g^{1/3}) + \text{Sum}(hf_i/(6\pi n r))$, (3) где n - вязкость жидкости, f_i - частота моды i трансляционных колебаний. В соотношении для электропроводности воды $u = 1000 F e c_i g^{2/3}/(3\pi n r)$, (4) где F - число Фарадея, $c_i = K_w^{1/2}$ - концентрация протонов (моль/л), K_w - ионное произведение воды, e - заряд электрона, предполагается, что радиусы как катионов, так и анионов, равны среднему радиусу структурных единиц, а их 'реальная' концентрация есть $g c_i$. Приближение расширения структурных единиц в условно подвижном слое жидкости (вплоть до объема молекул равновесного пара) при переносе импульса дает формулу вязкости $n = (3/8) (w/y) + (m g kT/\pi)^{1/2}/(4\pi r^2 g^{2/3})$, (5) где второе слагаемое учитывает газообразную составляющую, $w = N h V K_1 (1 + b + b_2 + b_3)$, $y = g^2 y^2 \exp((B_T + K_1)(P-P_0))$, $b = (g V/(K_1 V_p))^{1/3} \exp(B_T(P-P_0)/3)$; $B_T = -(1/V) (dV/dP)$

expansion and shift of the resonance frequency range of liquid with respect to those of the vapour phase in dielectric as well as infrared, Raman and cold neutron scattering spectra. For example, the shift of modes f_1 and f_3 of intramolecular oscillations of water is well described by $f_{1(L)}/f_{1(Q)} = a^{1/2}$; $f_{3(L)}/f_{3(Q)} = a^{1/2}$ $f_{2(Q)}/f_{2(L)}$, where $a = (1-2m_H/m)/(1-2m_H/gm)$, m_H is mass of proton, $f_{1,2,3(L)}$ are mode frequencies of liquid and $f_{1,2,3(Q)}$ - of vapour phase.

Contraction of water during crystallization, electrolytic dissociation and monomer content are all quantitatively connected with fluctuations of g . Standard free energy required to break up structural units into monomers $G_0 = (4s V N/r) (1-1/g^{1/3})$ can be used to evaluate the monomer content in water, saturated vapour pressure and transport properties. The model reveals some marked features of transport phenomena in liquid.

For example, the diffusion coefficient D is connected with movement of whole structural units and their parts $D = kT/(6\pi n r g^{1/3}) + \text{Sum}(hf_i/(6\pi n r))$, (3) where n is viscosity of the liquid and f_i is mode frequency of i -th translative oscillation. The expression for water conductivity is $u = 1000 F e c_i g^{2/3}/(3\pi n r)$, (4) where F is Faraday's constant, $c_i = K_w^{1/2}$ is proton concentration (moles/litre), K_w is ion product of water and e is elementary charge, provided that the radii of both cations and anions equal the average radius of structural units and their 'actual' concentration is $g c_i$.

The approximation of structural unit expansion in tentatively movable layer of liquid (to the molecular volume of equilibrium vapour) with momentum transfer gives the following expression for viscosity: $n = (3/8) (w/y) + (m g kT/\pi)^{1/2}/(4\pi r^2 g^{2/3})$, (5) where the addend accounts for vapour component, $w = N h V K_1 (1 + b + b_2 + b_3)$, $y = g^2 V^2 \exp((B_T + K_1)(P-P_0))$, $b = (g V/(K_1 V_p))^{1/3} \exp(B_T(P-P_0)/3)$; $B_T = -(1/V) (dV/dP)$

сжимаемость жидкости, $K_n = (1/n) (dn/dp)$ - коэффициент зависимости вязкости от давления, $P = S/(r g^{1/3}) + P_n$ - эффективное давление в структурных единицах, K_1 - коэффициент. В случае воды коэффициент K_1 равен 1, а K_n при расчетах принимали равным нулю.

$V/(K_1 V_n)^{1/3} \exp(\eta_r(P-P_n)/3); \eta_r = -(1/V) (dV/dP)$ is compressibility of the liquid, is $K_n = (1/n) (dn/dp)$ coefficient in the viscosity vs. pressure dependence, $P = S/(r g^{1/3}) + P_n$ is effective pressure in structural units and n_1 coefficient. For water, $K_1=1$ and K_n was taken to be zero in the calculations.

ТАБЛИЦА 1. Некоторые результаты расчетов для воды в модели структурных единиц

Формула	Величина	Значение величин при температурах T							
		T	0	10	20	60	100	150	250
1	g		30.0	25.5	21.1	11.6	-	-	-
	g max		36.6	31.1	26.2	15.5	-	-	-
2	g		30.3	25.6	21.7	12.0	7.2	4.4	2.1
	g max		36.3	31.2	27.1	16.2	10.5	6.7	3.4
3	$D \cdot 10^9, m^2/c$		1.51	2.08	2.72	5.9	10.0	16.0	29.3
4	$u \cdot 10^6, \text{сим}/m$		1.56	3.0	5.45	29.4	85.6	-	-
5	$n \cdot 10^6, \text{Па}$		1860	1370	1040	468	284	184	101

Table 1. Some calculated results for water in the structural units model

Formula	Quantity	Value T							
		T	0	10	20	60	100	150	250
1	g		30.0	25.5	21.1	11.6	-	-	-
	g max		36.6	31.1	26.2	15.5	-	-	-
2	g		30.3	25.6	21.7	12.0	7.2	4.4	2.1
	g max		36.3	31.2	27.1	16.2	10.5	6.7	3.4
3	$D \cdot 10^9, m^2/c$		1.51	2.08	2.72	5.9	10.0	16.0	29.3
4	$u \cdot 10^6, \text{сим}/m$		1.56	3.0	5.45	29.4	85.6	-	-
5	$n \cdot 10^6, \text{Па}$		1860	1370	1040	468	284	184	101

Результаты расчетов значений D, u и n (см. табл. 1) согласуются с экспериментом. С ростом температуры до 80°C структурные единицы воды содержат десятки молекул, число которых уменьшается и зависит от характера теплового движения частицы как целого, что может существенно влиять на различные биологические процессы.

Продолжавшаяся на протяжении десятилетий дискуссия между сторонниками двухструктурной (полиструктурной) и континуальной моделей строения жидкой воды не приблизила нас к пониманию того, что же представляет собой эта жидкость и почему она столь важна для процессов жизни. Геометрическая картина встраивания фрагментов биологических макромолекул в пустоты структуры воды вряд ли способна без привлечения представлений

The calculated values of D, g and h (see table 1) agree with experimental data. Below 80 C structural units of water contain tens of molecules; this number decreases as the temperature is increased, depending of the character of thermal motion of the whole particles, which can significantly affect various biological processes.

The longstanding discussion between the supporters of both discrete and continual models of liquid water has not approached us to the understanding what is this liquid really and why it is so important for the life processes. A pure geometrical "building-in" picture of interaction between the fragments of biological macromolecules and water without an idea about the character of molecular motion is scarcely capable to explain the mechanism of functioning of these

о характере динамики молекулярного движения объяснить механизмы функционирования этих молекул, в частности, обратимых структурных превращений при ферментативных реакциях. К этому нужно добавить, что различие дискретного и континуального подходов к описанию жидкой воды не является принципиальным. В работе А.П.Жуковского (А.П.Жуковский, Шурупова Л.В., 1994), посвященной интерпретации колебательного спектра полутяжелой воды HOD, показано, что известная особенность этого спектра - наличие перегиба с высокочастотной стороны полосы обертона валентного колебания, указывающая, по мнению сторонников двухструктурной теории, на наличии несвязанных водородной связью молекул, может быть количественно объяснена и с точки зрения континуальной модели тем, что состояния молекул со слабой (изогнутой) водородной связью могут быть реализованы большим числом способов и имеют поэтому большой статистический вес в узком интервале энергетической шкалы. Это свойство связано с поведением угловой зависимости потенциальной энергии водородной связи с резким провалом при нулевом угле (линейные водородные связи) и пологими крыльями. Поскольку в двухструктурной теории "несвязанные" молекулы не являются истинно свободными вращающимися мономерами, а возмущены взаимодействиями с окружением, картины, даваемые обоими подходами, оказываются весьма сходными.

Сходятся оба подхода еще и в том, что температурная вариация любого свойства жидкости может быть только монотонной, что обуславливается множителем Больцмана, диктующим поведение системы, описываемой равновесной статистикой. Между тем в литературе имеется немало указаний на то, что свойства воды могут меняться с температурой немонотонно. В лаборатории одного из авторов (Кочнев И.Н., Винниченко М.Б., 1989) были проведены подробные температурные изменения спектра поглощения воды в ближней ИК-области и показателя преломления (10^{-6}). Температурные зависимости группируются в две частично совпадающие ветви, одна из которых имеет особенности типа скачков ($2.5 \cdot 10^{-5}$ единиц показателя преломления) при температурах 18-20, 34, 52-55°C.

molecules. In addition the difference between both discrete and continual approaches is not of principle. A.P.Zhukovsky (Zhukovsky, in press) has shown that the known peculiarity of vibrational spectrum of half-heavy water - the inflection on the high frequency side of the valence overtone band contour indicating in the opinion of adherents of discrete model the presence of unbonded via H-bond molecules can be quantitatively explained from the continual model standpoint as a consequence of the large statistical weight of states of molecules with weak (bended) H-bonds, what is defined by the specific form of the potential curve for H-bond bending with a sharp gap at the bending angle equal to zero and shallow at the wings. So long as the unbonded molecules in discrete model are treated as not truly free rotating monomers, but are troubled by universal molecular interactions, the pictures generated by both discrete and continual approximations turn out to be very similar. The both approaches are tally with the conclusion that the temperature variation of a property of water can be only monotonous one, what is conditioned by the Boltzman Multiplier directing the behaviour of the System described by the use of the equilibrium statistics.

Meanwhile the large number of data exists that points to unmonotonous temperature dependence of liquid water properties. In one of the authors laboratory were carried out the detailed measurements of the temperature dependence of one of the absorption bands of water in the near infrared region and also of refractive index (Kochnev, 1989). High precision data on refractive index (precision 10^{-7}) agree good with the previous data (Frontas'ev, 1965) and with own spectral data. Both dependences have a similar view depicted by two partially coinciding curves diverging in several temperature regions, where one of them has a peculiarities are observable well coincide with the reported by Frontas'ev (Frontas'ev, 1965) namely 35-40°C and 50-55°C.

Данные полученные разными методами, достаточно хорошо согласуются между собой, а также с результатами (Фронтасев В.П., Шрайбер Л.С., 1965), где также наблюдались особенности на температурных зависимостях показателя преломления почти при тех же температурах, что и в выше приведенной работе Кочнева И.Н. и Винниченко М.Б.

В литературе имеются попытки объяснения термоиндуцированных переходов в воде с помощью представления о разрушении одних типов структуры и возникновении вместо них новых. Такой подход кажется малообоснованным, к тому же он не включает в себе никаких прогностических возможностей.

Взамен этого было выдвинуто предположение (Кочнев И.Н., Винниченко М.Б., 1980) о возникновении в воде при некоторых, не определенных пока условиях, когерентного режима движения молекул. Изменение характера корреляции в пространстве импульсов непосредственно влияет на режим столкновений молекул, вследствие чего меняется степень деформации электронной плотности на молекуле, а значит и ее оптические и спектральные характеристики.

Чтобы приведенное соображение приобрело убедительность, необходимо, во-первых, экспериментально подтвердить существование когерентных коллективных возбуждений в воде, а во-вторых, объяснить, почему они могут возникать и уничтожаться. К настоящему времени появился ряд данных, как экспериментальных, так и теоретических, из которых следует, что коллективное движение в жидкой воде может существовать. Так, из экспериментов по рассеянию медленных нейтронов тяжелой водой (Teixeira j. et al, 1985) следует, что в ней существуют квазифонные возбуждения, сходные со звуком, но распространяющиеся с почти вдвое большей скоростью. Моделирование воды с помощью метода молекулярной динамики (Ohmine J., Sasai M., 1991) также приводит к выводу о возможности коллективного движения молекул в воде. Эксперименты по низкочастотному комбинационному рассеянию света водой, допускающие получение более высокого разрешения, чем рассеяние нейтронов, также показывает наличие в интервале 10-100 см несколько слабо выраженных

The attempts to explain the thermoinduced transitions by means of disrupting of some structural species and building of the others are unsatisfactory owing to their weak proving and lack of the prognostic power.

Instead of that was proposed (Kochnev, 1989) the emerging of the coherent regime of molecular motion under the several, not clearly defined at present conditions.

Changes of the correlation in the (relative) velocity space become apparent in corresponding changes of frequency and hardness of molecular collisions, distorting the molecules and altering their spectral and electrooptic properties.

In order to attach the convincingness to the upper considerations one must argue the existence of coherent collective excitations in liquid water and find the reason of their origin and disappearance. Recently a lot of data had appered both experlmental and theoretical indicating that the collective molecular motion in water can exist. Investigation of cold neutron scattering had shown the existence of any type of "quick sound" in heavy water (Teixeira, 1985). Also the computer similation of water demonstrates the existence of collective motion of molecules (Ohmine, 1991). Original low-frequency Raman scattering experiments permitting higher resolution than the neutron scattering does show the presence of some very weak peaks (comparable with noise level) in investigated spectral region 10-100 cm⁻¹, detected by means of correlation analysis.

The number and positions of these peans depend upon temperature (Rolich, 1992). This result indicates deviation from a smooth distribution of vibrational states characteristic of stochastic motion. These and some other results show that the collective molecular motion in liquid water is probable.

Now one should point two circumstances although of investigators. First of all the intermolecular forces in liquid water (and in other liquids) are highly anharmonic (nonlinear). This is the principal distinction

(сравнимых с шумами или лишь слегка превосходящих их) пиков, указывающих на отклонения плотности колебательных состояний от гладкой зависимости, характерной для стохастического движения (Ролич В.И., Кочнев И.Н., 1992). Эти и ряд других данных указывают, что коллективное молекулярное движение в воде весьма вероятно.

Для понимания причин возникновения или уничтожения когерентного режима молекулярного движения надо иметь в виду два обстоятельства, хотя и достаточно очевидные, но не обратившие на себя должного внимания исследователей. Во-первых, межмолекулярные силы в воде сильно нелинейны. Видимо, это является главным отличием жидкости от соответствующей ей твердой фазы, где кинетическая энергия молекул невелика, движение частиц происходит у дна потенциальной ямы, где она может быть достаточно хорошо описана параболой, а молекулярное движение может быть успешно рассчитано с помощью приближения малых колебаний (смещения частиц при колебаниях составляют 1-2% от межчастичного расстояния). Известно, что даже для весьма простых нелинейных систем реакция на внешнее воздействие может радикально отличаться от реакции линейной системы. Так, при определенном запасе энергии может наблюдаться переход к хаотическому режиму движения. Характерно явление гистерезиса, а также, при определенных условиях, сильная реакция на слабое, причем не обязательно периодическое, но длительно действующее внешнее воздействие.

Во-вторых, следует принять во внимание, что все физические объекты на Земле не находятся в состоянии термодинамического равновесия с окружением, что, собственно, и делает их наблюдаемыми с помощью органов чувств и методов физического эксперимента. Любое тело получает энергию от окружения в форме потоков тепла, различных излучений, преобразует ее и излучает равное количество энергии, но уже в ином частотном диапазоне, в соответствии со своим внутренним строением.

Система с нелинейным взаимодействием элементов, находящаяся в условиях неравновесия с окружением, способна к образованию особого вида упорядоченно-

of liquid comparing with corresponding solid phase for which the kinetic energy of particles is low and the motion is occurring close to the bottom of the potential curve, where the last can be approximated by parabolic function and the motion itself can be calculated by means of the small vibrations amount 1-2% of interparticle distance, whereas in liquids their magnitude is essentially larger. From nonlinear dynamics it is known that the response to the outside influence of even a simple nonlinear system can be quite different from the response of linear one.

The nonlinear system depending upon the supply of kinetic energy can demonstrate the regular either chaotic behaviour. The particular properties of nonlinear systems are the hysteresis phenomenon and also a strong response to the weak but long enough influence (not certainly periodic).

Secondly one should take into account that all physical objects on Earth are the open systems and are not in the equilibrium state with their environment; this makes them observable by means of the organs of sense and physical experiments methods. The nonconservative systems with nonlinear interaction between their own parts are capable to form a particular type of order, named by Prigogine (Prigogine, 1985) dissipative structures. Apparently the formation of regions with coherent motion of molecules causing the thermoinduced transitions in the case of water can be regarded as the rise of a dissipative structure.

The solution of the problem whether emerges any type of dissipative structure of

сти, названного И.Р.Пригожиным диссипативными структурами (Пригожин И., 1985). По-видимому, именно с этим типом структурообразования мы имеем дело в случае воды. Вопрос в том, будет или не будет образовываться в системе диссипативная структура и какая именно, определяется величиной отклонения состояния системы от термодинамического равновесия и характером ее нелинейности. Относительно конкретного характера упорядоченного движения молекул в воде можно сейчас судить лишь предположительно. Это может быть термическое возбуждение фононов, возникновение солитонов (типа Френкеля-Конторовой), движение автоволн в термически возбужденной среде. Вероятным кажется и коллективное движение в форме вихрей (Erkin Nurmat, 1990).

Из изложенного следует, что от экспериментов, связанных с проявлением упорядоченности по описанному механизму трудно ожидать хорошей воспроизводимости. Энергетический обмен объекта с окружением обусловлен множеством конкретных обстоятельств, учесть которые весьма трудно и даже принципиально невозможно. В качестве аналогии можно привести процесс образования облаков в атмосфере. Облака тоже являются разновидностью диссипативной структуры, образование которой зависит от частоты взаимодействия между молекулами воды, определяемой концентрацией водяного пара и температурой, части от наличия центров конденсации, а также и от конкретного характера энергетического обмена, существующего на данный момент в атмосфере.

Особенности молекулы воды, такие как малая масса, способность к образованию пространственной сети водородных связей, а также то, что молекула состоит только из осцилляторов водного типа, благодаря чему между молекулами имеет место сильное резонансное взаимодействие (Кочнев И.Н., 1981), облегчают установление режима синхронизации молекулярного движения. Коллективные колебания в воде могут передавать энергию низкочастотным модам колебаний биологическим макромолекулам, связанным с относительным движением больших фрагментов последних. Такой способ возбуждения гораздо более эффективен сравнительно с некоррелированным переносом импульса

not depends both upon the deviation of the system equilibrium state and upon the degree of its nonlinearity.

The energetic exchange of any System with its environment depends on a large number of various causes, many of them are difficult. This leads in some cases to the bad repeatability of experimental data concerning the investigation of ordering effect driven by described mechanism. As an analogy one can put the process of clouds formation which also should be treated as the emerging of any dissipative structure.

The particular properties of the water molecule such as small masse, capability to participate in three dimensional H-bonded networks and also that molecule consist of only one type of oscillators what causes a strong intermolecular resonant interaction (Kochnev, 1985) facilitates the arising of coherent regime of molecular motion.

The collective vibrations of water molecules can couple with the low-frequency modes of biological macromolecules, caused by motion of the big fragments of the last and excite these modes much more effectively than the uncorrelated collisions with separated molecules of water do. A.I.Khaloimov (Khaloimov, 1992 and references therein) has obtained a number of spectroscopic data indicating the existing of smallscaling pre-denaturational transitions of proteins in water solutions at nearly the same temperatures as that correspondent to the transitions in pure water.

No doubt, a close connection exists between these appearances.

отдельными молекулами растворителя. В работах Khaloimav A.J., Shurupova L.V., Kochnev J.N. 1990) получено большое количество данных, указывающих на существование мелкомасштабных предденатурационных переходов белков в водном растворе при температурах, близких к тем, при которых наблюдаются особенности в поведении свойств самой воды. Не подлежит сомнению глубокая связь между этими явлениями.

Широкий спектр свойств воды в достаточной степени связан с электролитным и белковым составом биологических жидкостей, определяющих метаболизм, а следовательно, и функцию клеточных структур.

Изучение структуры и функции клеточных мембран является в настоящее время предметом живого интереса ученых всего мира. Формирующийся дефект клеточных мембран, который проявляется в недостаточности мембранного контроля концентрации электролитов в цитоплазме гладкомышечных клеток и тканей, обеспечивающих работу систем, ответственных за долговременную защиту организма, к которым относятся антиоксидантная система, система гемостаза, нейро-эндорфинная и иммунная система. Это подтверждается наблюдениями о влиянии малой жесткости питьевой воды на здоровье населения (Comstock G.W., 1979). Исключительный интерес представляют специфические Ca^{2+} -регулирующие гормоны, в том числе паратиреоидный гормон, действие которого осуществляется через влияние на клетки органов-мишеней, характеризующихся наличием специализированных молекул-рецепторов.

Регулирующим фактором межмолекулярных и внутримолекулярных взаимоотношений является использование фотомодифицирующих воздействий. Анализ универсального лечебного действия использования фотомодифицированной аутокрови указывает на участие фотохимических и фотофизических процессов в плазме крови, являющейся одной из основных биологических жидкостей млекопитающих. При воздействии экологических доз ультрафиолетового и лазерного облучения плазм при 77°K обнаружено появление слабо структурированного сигнала ЭПР=2.004, представляющих сумму спектров ЭПР свободных радикалов. Разделить эти спектры удалось, применив ме-

The wide variety of the properties of water is closely connected with electrolytic and protein composition of biological liquids that determine metabolism and, consequently, the functions of cell structures.

The structure and functions of cell membranes are now intensively studied by many scientists throughout the world.

The state of cell membranes which manifests itself in insufficient membrane control over electrolyte concentration in cytoplasm of smooth muscular cells and tissues supports the function of systems responsible for long-term protection of the organism, such as antioxidant, hemostasis, neuroendocrine and immune systems.

This is confirmed by the observation of the effect of small water hardness on public health (Comstock G.W., 1979). Of particular interest are specific Ca-regulating hormones, like parathyroid hormone that acts upon cells of target organs containing specialized receptor molecules.

The regulating factor of intermolecular and intramolecular processes is the use of photomodifying actions. Analysis of universal curing effect of photomodified autoblood indicates the role of photochemical and photophysical in blood plasma, which is one of the main biological liquids of mammals. It was observed that plasma exposed to ecological doses of ultraviolet and laser radiation shows at 77K. a weakly structured EPR signal (=2.004) which is a superposition of EPR spectra of free radicals. These spectra could be separated by methods of photochemical and temperature selection. The central component of EPR signal included contributions from a number of radicals of protein nature. Evidence have been

тод фотохимической и температурной селекции. В центральную компоненту сигнала ЭПР вносили вклад несколько радикалов белковой природы. Получены доказательства, что в ходе фотореакций и темновых химических процессов белки плазмы крови подвергаются конформационным перестройкам с образованием биологически активных фрагментов белковых молекул, полипептидов, низкомолекулярных соединений (Крыленков Б.А., П.М.Кукуй, А.М.Малыгин, М.А.Асманов, А.Г.Шапкин, В.Е.Холмогоров, 1983). Концентрация иммуноглобулинов в плазме крови постепенно возрастает. Это указывает на существование выраженного иммунного ответа организма на фотовоздействия на жидкую часть крови.

В специальных модельных исследованиях с использованием в качестве фотосенсибилизатора метиленового голубого был обнаружен эффект генерации синклетного кислорода при ультрафиолетовом облучении жидкой части крови, являющимся инициатором реакции перекисного окисления липидов, обуславливающий мембранотропный эффект. Показателем активного воздействия на мембраны фотомодифицированной жидкости является обнаруженный высокий уровень сенсибилизированности лимфоцитов, что определяется структурно-функциональным состоянием иммунодетерминант поверхности этих клеток. При добавлении антиоксидантов (альфатокферол) обнаруженные изменения нивелируются.

Явлением гистерезиса можно объяснить повышение концентрации кортизола в плазме крови после внешнего воздействия на ее жидкую часть ультрафиолетом, не превышающем 25 мВт/см². При этом концентрация кортизола увеличивалась с 112±9 до 152±13 мг/мл, не превышая физиологических норм.

Показатели свертывающейся системы крови связаны с образованием, видимо, особого вида упорядоченности всех элементов цельной крови при введении внешнего энергопотока в виде лазерного или уфо-излучения. При этом отмечено увеличение продуктов распада фибриногена-фибрина с 23,5±2,6 до 34,3±4,3, антитромбин вырос с 50,0±3,3 до 79,2±3,8%, фибринолитическая активность плазмы выросла на 31%.

found that in photoreactions and dark chemical processes the proteins of blood plasma undergo conformational rearrangements with formation of biologically active fragments of protein molecules, polypeptides and low-molecular compounds (Krylenkov V.A., Kukul L.M., Malygin

A.M., Osmanov M.A., Shapkin A.G. and Kholmogorov V.E., 1983). Immunoglobuline content in blood plasma steadily increases, which is the evidence of distinct immune response of the organism to photoaction on the liquid component of blood.

Model experiments using methylene blue as photosensibilizer showed that (singlete) oxygen is generated when the liquid component of blood is exposed to UV radiation which initiated oxidation of lipids that causes membranotropic effect. The action of photomodified liquid on membranes reveals itself in high degree of lymphocyte sensibilization, which is determined by structure-functional state of immunodeterminants of these cells' surfaces. On addition of antioxidant (alphatocopherol) the observed changes are leveled out.

Hysteresis phenomena may account for the increase of cortisol content in blood plasma after its exposure to UV radiation not exceeding 25mW/cm². Such irradiation increased cortisol content from 112±9 to 152±13 mg/liter which is within physiological norm.

The parameters of blood's coagulation system are probably connected with some ordering of all elements of the blood caused by incoming energy stream of laser or UV radiation. In this case the decomposition products of fibrinogen-fibrins were observed to increase from 23.5±2.6% to 34.3±4.3%, antithrombin from 50.0±3.3% to 79.2±3.8% and fibrinolytic activity of plasma increased by 31%.

Such features of water molecules as their pronounced resonance properties and the ability of transformation of 3D hydrogen bond system can explain the change of deformability, aggregation properties and sorption capacity of red blood cells which is caused by the introduction of photomodified

Особенностями молекулы воды, способностью к выраженному резонансному взаимодействию и преобразованию пространственной сети водородных связей можно объяснить изменения деформируемости, агрегационных свойств и сорбционной емкости эритроцитов под действием введения фотомодифицированной крови (А.Е.Громов, С.А.Скоков, К.А.Самойлова, Л.М.Кукуй, И.Е.Ганелина, 1988). Показатели деформируемости неуклонно возрастают при регулярном ультрафиолетовом и лазерном воздействии на жидкую часть крови в среднем на 18 ± 5 мкм. С перечисленными данными коррелировал показатель вязкости снижалась после каждого воздействия в среднем на $41 \pm 2\%$. Расшифровка механизмов передачи и восприятия слабых, но длительных воздействий, эффект от которых не исчезает после прекращения воздействия, составит научную основу разрабатываемых в последние годы лечебно-профилактических мероприятий при ведении больных с часто рецидивирующими хроническими заболеваниями и при формировании стабильности в работоспособности и выносливости у практически здоровых людей, занятых тяжелым физическим трудом (Л.М.Кукуй, 1993).

Сложившаяся в молекулярной физике система взглядов не дает возможности всегда в полной мере объяснить эти явления и поэтому в научном мире имеет место скептическое отношение к этим методам и исследованиям. С точки зрения нелинейной динамики ничего загадочного и противоестественного в полученных результатах нет. Разумеется, в каждом конкретном случае должен быть решен вопрос о механизмах передачи и восприятия воздействий в биологических жидкостях.

Литература

1. Саргаев П.М. 1991. Диэлектрические спектры и субмолекулярные образования воды. ЛВИ. Л.: 60 с. Деп. ВИНТИ N 998-V91.
2. Саргаев П.М. 1991. Структура и кристаллизация воды. ЛВИ. Л.: 70 с. Деп. ВИНТИ, N1853-V91.
3. Саргаев П.М. 1992. Вязкость и субмолекулярные образования воды. ЛВИ. СПб.: 61 с. Деп. ВИНТИ N 93-V92.

blood (Gromov A.E., Skokov S.A., Samoilova K.A., Kukui L.M. and Ganellina I.E., 1986). Regular laser or UV irradiation of the liquid component of blood caused steady increase of deformability by $32 \pm 2\%$ on the average, and decrease in red blood cell aggregability by 18 ± 5 mm.

Viscosity decreased by the average of $41 \pm 2\%$ after each external action. Understanding of the mechanisms involved in transmission and perception of weak but prolonged actions, whose effects do not disappear after the action stops, will form the basis for new health care programs developed for people with recurring chronic diseases and help to maintain stable physical capacity of people performing hard physical work (Kukui L.M., 1993).

The conventional approach of molecular physics is not always capable of explaining these phenomena, therefore such methods and research cause much skepticism among scientists. From the point of view of nonlinear dynamics the obtained results do not seem mysterious or contradictory. However, in each particular case mechanisms transmitting and perceiving the action in biological liquids must be determined.

References

1. Sargaev P.M., Dielectric spectra and submolecular structure of water. L.: LVI. 1991. 60 p. Dep. VINITI. N 998-V91.
2. Sargaev P.M., Structure and crystallization of water. L.: LVI. 1991. 70 p. Dep. VINITI. N 1853-V91.
3. Sargaev P.M., Viscosity and submolecular structure of water. SPb.: LVI. 1991. 61 p. Dep. VINITI. N 93-V92.

4. Жуковский А.П., Шурупова Л.В. Журн. структ. химии, в печати.

5. Кочнев И.Н., Винниченко М.Б. В кн. 1989. Состояние воды в различных физико-химических условиях (Молекулярная физика и биофизика водных систем. Вып. 7. С.24-29.

6. Фронтас'ев В.П., Шрайбер Л.С. 1965. Ж.структ. химии. Т.6, N 4, С. 512.

7. Teixeira J., Bellisent-Funel M.C., Chen S.H., Dorner B. 1985. 'Phys. Rev.Letters'. Vol. 54, N 25.

8. Ohmine J. and Sasai M., 1991. Progr. of Theor. Phys. Supplement, N 103, pp.61-91.

9. Ролич В.И., Кочнев И.Н. 1992. В кн. Структурно-динамические процессы в неупорядоченных средах. Часть I, с.15-17.

10. Пригожин И. 1985. От существующего к возникающему. М.: Наука.

11. Erkin Nurmat, 1990. J. Mol. Liquids, vol.45, pp.25-31.

12. Кочнев И.Н. 1981. Ж.структ.химии. Т.22, вып. 2, с. 179-184.

13. Khaloimov A.J., Shurupova L.V. and Kochnev I.N., 1990. Studia Biophysica, vol.136, N 2-3, P.163.

14. Comstock G.W., 1979, Water hardness and cardiovascular diseases, Am. J. Epidemiol., vol.110, N 4, pp.375-491.

15. Крыленков В.А., Л.М.Кукуй, А.М.Малыгин, М.А.Османов, А.Г.Шапкин, В.Е.Холмогоров. 1983. Облученная ультрафиолетовым светом кровь: фотохимия, иммунологическое действие. Доклады Академии наук СССР, том 270, стр. 242-246.

16. Громов А.Е., С.А.Снопов, К.А.Самойлова, Л.М.Кукуй, И.Е.Ганелина. 1988. Функциональные и структурные изменения поверхности эритроцитов человека после облучения УФ лучами разной длины волны. Ж.Цитология, том XXX, N 12, снh& 1442-1448.

17. Кукуй Л.М. 1993. Ультрафиолетовое облучение аутокрови в комплексной терапии ишемической болезни сердца. Научный доклад на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Санкт-Петербург, с. 65.

4. Zhukovskii A.P. and Zhurupova L.V., Zh. Strukt. Khimii, unpublished.

5. Kochnev I.N. and Vinnichenko M.B., State of water in different physico-chemical conditions; in 'Molecular Physics and Biophysics of water systems', No.7, 1989, pp.24-29.

6. Frontas'ev V.P. and Zhralber L.S., Zh. Struct. Khimii, 1965, vol.6, N 4, p.512.

7. Teixeira J., Bellisent-Funel M.C., Chen S.H. and Dorner B., Phys. Rev. Lett., 1985, vol.54, N 25.

8. Ohmine J. and Sasai M., Progr. of Theor. Phys. Supplement, 1991, N 103, pp.61-91.

9. Rolich V.I. and Kochnev I.N., in 'Structure-dynamic processes in disordered media', part 1, Samarkand 1992, pp.15-17.

10. Prigozhin I., 'From the existing to the developing', Moscow 'Nauka', 1985.

11. Erkin Nurmat, J. Mol. Liquids, 1990, vol.45, pp.25-31.

12. Kochnev I.N., Zh. Struct. Khimii, 1981, vol.22, N 2, pp.179-184.

13. Khaloimov A.J., Shurupova L.V. and Kochnev I.N., Studia Biophysica, 1990, vol.136, N 2-3, P.163.

14. Comstock G.W., Water hardness and cardiovascular diseases, Am. J. Epidemiol., 1979, vol.110, N 4, pp.375-491.

15. Krylenkov V.A., Kukui L.M., Malygin A.M., Osmanov M.A., Shapkin A.G. and Kholmogorov V.E., Blood exposed to ultraviolet radiation: photochemistry, immunological effects, 1983, Proceedings of Academy of Sciences of USSR, vol.270, pp.242-246.

16. Gromov A.E., Snopov S.A., Samoilova K.A., Kukui L.M. and Ganelina I.E., Functional and structural alteration of human eritrocyte surface after exposure to UV radiation of various wavelength, 1988, Zh. Citologii, vol.XXX, N 12, pp.1442-1443.

17. Kukui L.M., Ultraviolet irradiation of autoblood in complex therapy of disease, 1993, Dissertation for M.D., St.Petersburg, p.65.

ВОДА, ВОДНАЯ СРЕДА, ВОДНЫЕ
ЭКОСИСТЕМЫ :
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Слепян Эрик Иосифович,
академик РАН, доктор биологических
наук, профессор, Генеральный директор
Международного научно-исследовательского
и прикладного академического Центра
сравнительной и экологической патологии и
биоэкологического контроля*

Приближение к концу второго и началу третьего тысячелетий, характеризующееся совершенствованием средств и возможностей, обеспечивающих выполнение требований жизни, привело, вместе с тем, к значительному усложнению форм взаимоотношений общества и природы, в том числе общества и гидросферы. Основных причин этого усложнения по меньшей мере три. Ими оказались, во-первых, неспособность к ограничению водопотребления и возрастающее использование природных вод как незаменимого и абсолютно необходимого природного ресурса; во-вторых, все еще недостаточная разработанность экономически и экологически приемлемых способов многократного использования водных масс и их обезвреживания и обеззараживания после ухудшения качеств и свойств; в-третьих, отсутствие эффективных решений по предотвращению нарушений водных экологических систем, природных вод и водной среды и их восстановлению после прекращения повреждающего воздействия.

Предпосылки усложнения взаимоотношений общества и гидросферы достаточно разнообразны. Как основную из них оправдано признать неуклонно увеличивающееся несоответствие потребностей человека в воде и возможностей удовлетворения их за счет ресурсов водной оболочки Земли, характеризующихся ограниченной способностью к возобновлению.

Самостоятельное значение имеют нарушения водообмена между гидросферой, педосферой и приземной атмосферой, постоянно возникающие и длительно проявляющиеся во многих регионах. Основных поводов таких нарушений, по-видимому, 14 - уменьшение размеров гидрографической сети, обмеление водотоков и водоемов, создание водохранилищ и каналов, зарегулирование рек, уменьшение площади лесов, осушение болот, заболачивание, создание посевов возделываемых растений на больших пространствах с искусственно управ-

ляемым поливом, аридизация, минерализация почв и грунтов, минерализация пресных вод, эвтрофикация, уплощение земной поверхности, целенаправленное вызывание выпадения атмосферных осадков (увеличивающее оводненность одних пространств и уменьшающее оводненность других), изменения площади зеркала внутренних морей и крупных озер, обеднение запасов подземных вод, отклонения в состоянии системы вода - лед, режимов зоны вечной мерзлоты и в горном ледниковом покрове (режимов криолитосферы и хиносферы), ограничение испарения на значительных пространствах с использованием искусственно создаваемой пленки. Сравнение их свидетельствует, что в основе наиболее существенных изменений водообмена - гидрологические и геохимические, в целом физико-географические процессы и влияния, преимущественно зависимые от деятельности человека, стремящегося перераспределять водные массы, изменить водный баланс в пространстве и во времени.

Установлены объективные свидетельства приближения кризиса во взаимоотношениях общества и гидросферы, следствием которого может быть возникновение процессов и осуществление явлений, ведущих к экоциду.

Оправдано предполагать реальность по меньшей мере трех главных категорий экологических катастроф по их происхождению, которые могут вне связи с их зависимостью от деятельности человека способствовать кризисным эффектам в гидросфере. Катастрофы первой категории - талассогенные, обусловленные изменениями, первоначально происходящими в океанических водах. Катастрофы второй категории - теллогенные, зависимые от преобразований, первоначально возникающих в материковых водах. Катастрофы третьей категории - первично и вторично космогенные. Первичные - собственно космогенные, в первую очередь связанные с динамикой солнечной активности, с солнечно-земными взаимоотношениями, с астрофизическими мегациклами, и т.д.. Вторичные могут оказаться зависимыми от "парникового эффекта", от деструктивного воздействия на озоносферу, от изменений в строении и составе дождевых облаков и динамики облачности, и т.д..

Разнообразие механизмов нарушений, ведущих к талассогенным и теллогенным катастрофам, потенциально возможным в водной среде, достаточно велико.

Вместе с тем, наиболее действенных из них по вызываемым следствиям по мень-

шей мере шестнадцать. Значение таких механизмов в первую очередь имеют :

дисхемия природных вод - нарушение их химического состава (в частности, в условиях обеднения кислородом, увеличенной минерализации, деминерализации, эвтрофикации, смешения со сточными водами, атмосферных выпадений, ослабления способности к химическому самоочищению), активности и направленности осуществляющихся в них химических реакций и процессов, в том числе ферментативных, приводящее к ухудшению условий и качества жизни;

дисрадиация природных вод - нарушение содержания в них радионуклидов, интенсивности и направленности радиохимических процессов, изотопии, ухудшающее условия и качество жизни;

дисэлектрия природных вод - изменение их электрических параметров, оказывающее влияние на электрохимические и электрофизические процессы и ухудшающее условия и качество жизни;

исмагнетизм природных вод - изменение напряженности в водной среде электромагнитных полей, оказывающее влияние на химические реакции и процессы и ухудшающее условия и качество жизни;

дистермия природных вод - нарушение их температурного режима (при смешении с теплыми и охлажденными водами, при выпуске последних, при производственном нагреве, и т.д.), изменяющее температурные градиенты, температурные циклы и термохимические процессы и ухудшающее условия и качество жизни;

дисфотия природных вод - нарушение их световых суточного, сезонного и годового градиентов и режимов, изменяющее прозрачность, фотохимические и фотофизические процессы и ухудшающее условия и качество жизни;

дисфония природных вод - нарушение их акустической проводимости и напряженности в них акустических полей, ухудшающее биокоммуникационные процессы и условия и качество жизни;

дисгидробария в природных водах - нарушение гидростатического давления в водоемах и водотоках (обусловленное уменьшением глубины, смешением с водонерастворимыми жидкостями, и т.д.), ухудшающее условия и качество жизни;

дисседиментация в водной среде - нарушение процесса формирования, механического и химического составов донных осадков, ухудшающее условия и качество жизни;

диспелодинамия - нарушение динамики формирования, гранулометрического состава,

пелохимического метаболизма, толщины, вязкости, локализации и пространственного перераспределения донного илового покрова, ухудшающее условия и качество жизни;

дисгидродинамия в водной среде - изменение количества, частоты, размеров, протяженности, направленности, длительности и силы поверхностных и внутренних течений, а также динамики приливов и отливов, ухудшающее условия и качество жизни;

дисаэродинамия - нарушение аэромических характеристик воздушных потоков в приводном и приземном слоях атмосферного воздуха, увеличивающее активность волновых движений, перемещение водных масс и ухудшающее условия и качество жизни;

дисгигрия - нарушение режима влажности атмосферного воздуха и почвенного покрова, изменяющее водный обмен между ними и водной средой, количественную динамику почвенных и грунтовых вод, оводненность водоемов и водотоков и ухудшающее условия и качество жизни;

дисэдафия - нарушение механического и химического составов, химико-физических и физико-химических свойств и стратификации почвенного и грунтового покрова, изменяющее его водный режим и водный обмен и ухудшающее условия и качество жизни;

дисгеодинамия - нарушение механической прочности почвенного и грунтового покрова, обуславливающее пространственное смещение его масс, вызывающее изменение его водного режима и водного обмена;

диспакция - нарушение рельефа дна и рельефа земной поверхности, сопровождающееся ее уплощением и изменением гидрографической сети.

Установленные механизмы во многих случаях сочетаются друг с другом, что в еще большей мере изменяет условия и качество жизни для организмов.

Принципиальное значение при оценке экологических следствий негативных изменений, происходящих в биосфере, имеют их своего рода масштаб, размеры трехмерного пространства, в пределах которого эти изменения проявляются, и соотношение упомянутого пространства с пространством пораженной экосистемы. Возникает, следовательно, необходимость специального анализа и допустимой формализации иерархии экосистем и их категориального анализа. Оценка границ распространения нарушений, негативных изменений, происходящих как в водной среде, так и в экосистемах, может

быть более объективной с использованием принципа и методики анализа конечных элементов, имеющих безусловно большое значение при экологических и биоэкологических исследованиях и соответствующих интерпретациях.

С учетом размеров трехмерного пространства, занимаемого конкретными экосистемами, в их вертикальном размерном ряду оправдано разграничение наноэкосистем, микроэкосистем, мезоэкосистем, макроэкосистем и мегаэкосистем, причем распространение нарушений осуществляется от экосистем меньшего ранга к экосистемам большего. Основные характеристики экосистем, определяющие придание им соответствующего ранга, - реальные размеры, пространственная обособленность, тип границ и экотонов, степень замкнутости биогеохимических циклов и геохимического метаболизма (включающего соответственно гидрохимический, педохимический и пеллохимический метаболизм), своеобразие систематического состава и численности популяций продуцентов, консументов и редуцентов, разнообразие и устойчивость ценозов, биоценологических связей и трофодинамических цепей, типология ценоценозической структуры, показатели стратификации, суточная, сезонная и годовая ритмика функционирования, направленность исторических преобразований, сущность механизмов и процессов аутостабилизации и ауторегуляции, содержание процессов экореставрогенеза.

Установление меры негативных изменений, осуществляющихся в связи с тем или иным повреждающим воздействием на природные воды и их нарушением, требует одновременного учета главного события, обусловившего нарушение (дисхемии, дисрадиации, дисфонии, и т.д.), и категории первоначально пораженной экосистемы. Такой учет существует как в связи с потенциальной возможностью сочетания упомянутых событий друг с другом, ведущих к усложнению экологической (биоэкологической) обстановки - возникновению экологической опасности, так и в связи с реальностью возникновения на основе последней экологических чрезвычайных ситуаций, способных дать начало стихийным бедствиям и, в последующем, экологическим катастрофам (не только локальным, но пространственно более обширным).

Первостепенная по значению проблема, следовательно, установление закономерностей нарушения водных и околоводных экосистем - экоплагогенеза (от греч. "plagos" - порча) и закономерностей их естественного

восстановления - экореставрогенеза. Нарушения водных экосистем - гидроэкоплагии - особая и самостоятельная экологическая реальность, от ее осознания принципиально зависят разработка теоретических принципов и обоснование практических методов целенаправленного искусственного восстановления нарушенных водных и околоводных экологических систем и создание комплексных систем экологической защиты водной и околоводной среды.

Возможны по меньшей мере четыре стратегии такого восстановления. Первая из них - своего рода стратегия невмешательства - обеспечение возможности осуществления естественных природных восстановительных процессов. Вторая - стратегия изофункционального вмешательства - способствование естественным природным восстановительным процессам дополнением к ним однозначных по содержанию и направленности действия искусственных (например, увеличение интенсивности обезвреживания химических загрязнителей в водной среде на основе окисления с применением химических средств с окислительной активностью, и т.п.). Третья - стратегия анизофункционального вмешательства - способствование естественным природным восстановительным процессам дополнением к ним неоднозначных по содержанию и направленности действия искусственных (например, увеличение интенсивности обезвреживания химических загрязнителей в водной среде на основе сорбционных, каталитических, ионообменных, коагуляционных, коллоидных технологий, а также технологий программируемого комплексобразования, в том числе с использованием механизмов молекулярной и надмолекулярной сборки и упаковки, и т.д.). Четвертая - стратегия комплексного полифункционального вмешательства - способствование естественным природным восстановительным процессам как одновременным, так и последовательным дополнением к ним однозначных и неоднозначных по содержанию и направленности действия искусственных (например, увеличение интенсивности обезвреживания химических загрязнителей в водной среде с применением химических, физических, химико-физических, физико-химических и механических технологий, и т.д.).

Важнейшее значение имеют многочисленные подтверждения того факта, что полное восстановление нарушенной водной и околоводной экосистемы как правило не осуществляется. Чем больше ранг экосистемы, тем меньше вероятность восстановления характеристик, свойственных ей до

времени нарушения (поражения). Чем в большей мере выражено нарушение (проявляющееся последовательно от ценотрансформации до деструкции), тем также меньше вероятность достаточно полного восстановления. Реально восстановление экосистемы по биоэкологическим показателям как эквивалентной, так и неэквивалентной нарушенной, соответственно упрощенной или усложненной. Восстановление экосистемы по всем характеристикам однозначной с экосистемой, функционирующей до начала повреждающего воздействия, - процесс редкий и требующий для своего осуществления большого промежутка времени. Осложняет процесс восстановления и естественное преобразование любой экосистемы во времени.

Значение достаточно объективных показателей сопоставимости восстановленной экосистемы с нарушенной, нарушаемой и относительно ненарушенной могут иметь известные показатели физического (гидродинамического) подобия, характеризующие водную среду как среду жизни по параметрам вязкости, текучести, и т.д. (например, числа Рейнольда, Фруда, Эйлера, и т.д.). Особый экологоинформативно значимый показатель водной среды - сведения о поверхностной пленке - границе раздела водной и воздушной фаз (мономолекулярном слое, включающем в себя химические загрязнители и участвующем в процессах массопереноса и межфазном обмене энергией).

Эффективности диагностики состояния нарушенных водных экосистем (гидроэкоплагий) и основывающихся на ней рекомендаций по содержанию природоохранных и природовосстановительных мероприятий должен способствовать анализ первично поражаемой косной, биокосной и живой составляющих экосистем, с нарушения которых начинается возникновение нарушения экосистем в целом. Число таких главных нарушений четыре. Ими являются соответственно собственно нарушения водных масс (эугидроплагии), нарушения донных осадков (пелоплагии), нарушения прибрежного почвенного и грунтового покрова (педопарагидроплагии), нарушения растительного мира и животного мира планктона и бентоса (фитогидроплагии и зоогидроплагии).

Изложенное убеждает, что имеет место безусловная необходимость детального категориального анализа состояний воды, водной среды и водных экосистем (с учетом их размеров как при нормальном функционировании, так и в условиях подверженности повреждающим воздействиям) со

специальной разработкой номенклатуры, классификации и типологии. Категориальный анализ - предпосылка для установления иерархии состояний как нормальных, так и субкритических и критических (характеризующихся, например, потерей водной средой, донными осадочными образованиями значения среды обитания соответственно для планктонных и бентонических организмов, эффектом депопуляции, и т.д.).

Установление категорий и иерархии состояний принципиально в связи с тем, что у воды и водной среды (водных масс) в связи с их постоянной подверженностью воздействиям исчезает значение одной из важнейших основ обеспечения жизни.

В истории биосферы и человечества вода и водные массы исторически имели и имеют значение растворителя водорастворимых химических соединений, комплексов, минералов; составляющей водонерастворимых химических соединений, комплексов, минералов; транспортирующего агента, перераспределяющего в пространстве водорастворимые и водонерастворимые химические соединения и надмолекулярные образования; поверхностной преимущественно мономолекулярной пленки (слоя), обеспечивающей межфазный массоперенос из водных масс в воздушные; химической основы биологических жидкостей (жидкой фазы крови, лимфы, жидкости органов пищеварительно-транспортного конвейера, синовиальной жидкости, глазной жидкости, жидкой фазы сурфактанта, жидкости гемато-энцефалического барьера, желудочного сока, плодных вод, жидкости ксилемы, флоэмы, цитозоля, и т.д.), субстрата метаболизма в организме, в биокосных и косных природных образованиях, в том числе основы водно-солевого обмена; субстрата биогеохимических циклов, химических элементов и их соединений (в первую очередь водорастворимых); жидкофазной основы питания, кормления, применения химических препаративных средств; составляющей атмосферного гидроаэрозоля; жидкофазной основы гидросферы; физической жидкофазной арены жизни - первичной среды возникновения живого, среды эволюции первичноводных и вторичноводных организмов; составляющей технологических процессов любого предназначения; среды передачи информации и энергии, и т.д.; пути распространения литосферных флюидных потоков, и т.д..

В истории органического мира вода в составе биологических жидкостей и водные массы водной среды определяли и определяют возможность индивидуального разви-

тия и осуществления жизненных циклов, процессов микроэволюции, возникновения жизненных форм, адаптаций и акклимаций, реконвалесценции после заболевания и реабилитации, поддержания и совершенствования механизмов гомеостаза и гомеореза как на организменном, так и надорганизменном уровнях организации живого (популяционном и ценотическом). Преобразования, происходящие в водных массах в первую очередь, обусловленные человеческой деятельностью, - активирование сверхвысокими температурами, ускорение и многократная смена фазовых состояний, эффекты при воздействии магнитных и электромагнитных полей, возникновение кластерных образований, увеличение содержания тяжелой воды, изменение вибрационных характеристик (в том числе микровибрационных), и т.д.. С учетом, во-первых, природы водной оболочки Земли как системы с распределенными параметрами и, во-вторых, постоянных взаимосвязей внутриорганизменной воды и вод среды обитания такие преобразования - одна из действенных причин изменений в индивидуальной судьбе организмов и в судьбе их сообществ.

Важные естественные исторические тренды во взаимоотношениях гидросферы и биоты -

обособление водной и околоводной среды как среды обитания и колонизация их организмами специализированных первичных и вторичных жизненных форм;

вертикальная и горизонтальная дифференциация трехмерного пространства водной среды как колонизируемой среды обитания;

приобретение физическими и химическими свойствами водной среды и донных осадков (градиентами гидростатического давления, светопрозрачности, температуры, оксигенации, волнового воздействия, и т.д.) значения факторов естественного отбора, метаболическая оптимизация и минимизация при определенных условиях количества потребляемой в онтогенезе воды, а также воды, выделяемой организмами при осуществлении процессов жизнедеятельности;

возникновение изофункциональности в роли воды как растворителя и транспортирующей среды при осуществлении процессов метаболизма в живой, биокосной и косной природе;

включение организмов и их ценозов (в первую очередь фитоценозов) в круговорот воды в природе;

адаптация организмов к использованию воды преимущественно при жидкофазном состоянии;

возникновение зависимости организмов и их ценозов в онтогенезе и жизненном цикле от температурозависимой смены фаз физического состояния воды - жидкой, газообразной и твердой;

возникновение зависимости направления и сроков ценогенеза и ценотической трансформации от динамики содержания воды во времени;

обособление и специализация жизненных форм организмов к дефициту и избытку воды (с приобретением свойств гидрофиллии, мезофиллии, склероморфизма, ксероморфизма, и т.д.);

приобретение зависимости видового состава, численности видовых популяций, структуры ценозов и функционирования трофодинамических цепей от динамики природных процессов минерализации и деминерализации соленых, солоноватых и пресных вод, от их активной кислотности; кооперативное объединение биологических и небиологических механизмов химического, радиационного и механического самоочищения вод (соответственно неферментативных и ферментативных, сорбционных и фильтрационных, комплексобразования, и т.д.) с использованием возможностей организмов продуцентов, консументов и редуцентов;

определение дифференциации и многообразия биотопов и биодиверсификации в водной среде обитания объемом водных масс (водностью водотоков и водоемов).

Естественные исторические тренды во взаимоотношениях гидросферы и биоты значительно разнообразнее. Упомянуты лишь те из них, которые в наибольшей мере могут быть нарушены при осуществлении человеческой деятельности.

Важные антропогенные тренды во взаимоотношениях гидросферы и биоты -

увеличение зависимости гидробионтов от водности водоемов и водотоков;

изменение границ ареалов гидробионтов и их кружева при опреснении (деминеализации) соленых и солоноватых вод и засолении (минерализации) пресных вод;

дезадаптация гидробионтов при нарушениях в водной среде градиентов физических полей, химического и механического состава донных осадков и водных масс, обусловленного загрязнением (в том числе при дезоксигенации и ацидификации);

депопуляция гидробионтов при нарушении у них систем иммунитета, механизмов толерантности, резистентности и акклимации

при возникновении экологически обусловленных заболеваний и смертности; разрушение ценозов и разрыв трофодинамических цепей; обеднение фенофона, генофона, популяционного фонда, ценофона и фонда экосистем; вторичное загрязнение водных масс и донных осадков при отмирании химически загрязненных организмов; уменьшение числа естественных биотопов и экотонов и возникновение новых биотопов и экотонов; сегрегация популяций в преобразованной водной среде; возникновение популяций ценозов и трофодинамических цепей, выдерживающих повреждающие воздействия; увеличение биомассы хемотолерантных (хемотрезистентных) и физиотолерантных (физиорезистентных) гидробионтов (радиорезистентных, термотолерантных, и т.д.); упрощение структуры ценозов и биоценологических связей при избирательной депопуляции; возникновение жизненных форм гидробионтов, выдерживающих условия стресса; ослабление способности к химическому самоочищению и дезактивации физических полей; ограничение выраженности трехмерной анизотропии водных масс как среды обитания; приобретение повреждающими агентами значения факторов отбора; возникновение новых экосистем с новыми свойствами (водохранилищ, водоемов-охладителей, аккумуляторов сточных вод, отстойников, и т.д.); приобретение популяциями организмов, устойчивых к повреждающим воздействиям, значения популяций-основателей; изменение сроков биологического покоя и размножения; изменение форм и темпов мутационной изменчивости.

Изложенное убеждает, что сохранение водных экосистем, природных вод, гидросферы как целого может быть обеспечено лишь при использовании целенаправлено искусственно создаваемой всесторонне обоснованной и эффективной системы экологической защиты (экологическая безопасность и безотходные технологии - идеал будущего). Система экологической защиты многокомпонентна и должна объединить в себе по меньшей мере 15 составляющих -

субсистему профилактического предназначения, предотвращающую и ограничивающую повреждающие воздействия со сто-

роны общества, производств каждого из энергопромышленных циклов, созданных человеком;

сигнальную субсистему, оповещающую, предупреждающую о возникновении экологических чрезвычайных ситуаций, экологической опасности;

субсистему долгосрочного биоэкологического контроля (включающего соответствующие категории стандартизации, мониторинга, диагностики, индикации, тестирования, сенсометрии, паспортизации, аттестации, сертификации);

субсистему дезактивации химических и физических повреждающих агентов;

субсистему восстановления нарушенного (экореставрогенеза);

субсистему физико-географического барьерного регулирования, предотвращающего распространение возникающих нарушений;

субсистему демографического регулирования, ограничивающего численность и расселение нежелательных организмов;

субсистему нормированного (дозированного) водоотведения и водоснабжения (коммунального, технического, сельскохозяйственного, лесохозяйственного, водохозяйственного и рыбохозяйственного предназначения);

субсистему очистки вод и донных осадков, а также воздуха, почв и грунтов, их оборотного использования, рекуперации;

субсистему обезвреживания, обеззараживания, последующей утилизации или экологически безопасного захоронения отходов;

субсистему водных и околоводных ценозов (в первую очередь фитоценозов), оздоравливающих водную среду;

субсистему оздоравливающего дренирования;

субсистему создания искусственных оздоравливающих донных грунтов, почвенного и грунтового покровов;

субсистему химических средств с дозированной и программируемой зависимостью от гидратации;

субсистему управления экологическим риском.

Эффективность экологической защиты водных и околоводных экосистем в значительной мере зависима от экологической защиты наземных экосистем, от экологической обоснованности не только водопользования, но и землепользования, в первую очередь сельскохозяйственного, так как при применении многих сельскохозяйственных технологий (растениеводческих и животноводческих) происходит значительное загрязнение водных масс водоемов и водотоков, подпочвенных, почвенных и

грунтовых вод. В связи с этим важнейшее водосберегающее и водоохранное значение приобретают дозированный (капельный) полив, дождевание, возделывание водodefицитных сортов, и т.д.. Необходимое дополнение к системе экологической защиты - создание сети канализации и водопровода на бионической основе (с использованием, в частности, сведений о васкуляризации осевых и аппендикулярных органов растений), преимущественная разработка маловодных и безводных технологий, использование устройств, предотвращающих возникновение застоя водных масс (турбулизаторов и т.п.).

Действенные условия сохранения гидросферы -

экологическая сертификация водных объектов, а также вод в зависимости от целей их использования;

экологическое страхование водных объектов и вод;

стандартизация категорий вод и водопотребления любого назначения;

нормирование качества вод.

С целью выполнения этих условий необходимы создание Банков образцов воды с Регистрами и Кадастрами (региональных, материковых, океанических, глобального), а также обоснование концепции сохранения гидросферы в условиях интенсификации ее использования и увеличения ее подверженности повреждающим воздействиям. Концепция сохранения гидросферы должна включать в себя концепцию управления водной средой, водными ресурсами, водными объектами, водными экосистемами. Значение ее методологической основы оправдано придать принципу триады гидрономического анализа, объединяющего в естественную последовательность гидрономические реконструкции (палеорекострукции), гидрономический актуализм (характеристику современных состояний водных объектов) и гидрономическое прогнозирование. Обобщение выводов из этого анализа приобретает биогидросферософское значение. Концепцией познания, сохранения и использования гидросферы должна быть безусловно концепция гидросферософии.

Я.И. Старобогатов
Зоологический институт РАН,
Санкт Петербург

Мы считаем, что макроэволюция это эволюция экосистем (и биосферы в целом), но рассмотренная с точки зрения судьбы одной филогенетической ветви (клады) или образованного на ее основе макротаксона (Левченко, Старобогатов, 1993). Эволюция кллады (или макротаксона), в свою очередь, определяется как внешними по отношению к популяциям живых организмов факторами, так и свойствами самих организмов. Действие первых может быть обозначено как совокупность лицензий.

Под этим термином мы понимаем:

- 1) условия места и времени,
- 2) роль в потоках энергии и вещества
- 3) положение в отношении градиента физико-химических факторов среды, предоставляемые существующим в экосистеме популяциям организмов, или организмам, вселяющимся в нее (Левченко 1984; Старобогатов, 1984а; - термин был впервые предложен Gunther, 1949, но с крайне расплывчатым определением и, притом, как фактор эволюции).

Свойства организмов в значительной мере определяются предшествовавшим ходом их эволюции. Приспособление организма к абиотическим и биотическим (но внешним по отношению к популяции) условиям всегда осуществляется асимптотически, иными словами, каждая мутация, ведущая к оптимизации работы того или иного аппарата, уменьшает вероятность следующей положительной мутации в том же направлении и, в конечном счете, аппарат стабилизируется и в морфологическом и в функциональном отношении (Старобогатов, 1988). Таким образом, в одних случаях видовая популяция может использовать данную лицензию, а в других не может по причине несоответствия ей своей организации. Если мы от популяционного уровня перейдем к уровню макротаксонов, то возможности использования некоторого множества лицензий определяются адаптивной зоной макротаксона. Этот термин был введен Дж.Симп-

Ya.I. Starobogatov
Zoological Institute of Russian Academy of
Sciences Saint Petersburg

We regard that the macroevolution is evolution of ecosystems (and whole biosphere) considered from the point of view of a fate of sole phylogenetic branch (clada) or a macrotaxon formed on its base (Levchenko, Starobogatov, 1993). The evolution of a clada (or a macrotaxon) in its turn is determined by both external and internal (in relation to population) factors and properties of the organisms. The action of the former may be designated as the complex of licences.

We determine this term as:

- 1) conditions of a time*and a space,
- 2) role in the flow of energy and matter,
- 3) position in relation to gradient of physicalchemical factors of media let by ecosystem the populations of organisms present in the ecosystem or an organism introducing to it (Levchenko, 1984; Starobogatov, 1984а; the term was initially introduced by Gunther, 1949 but with extremely unclear definition and as a factor of evolution).

Properties of organisms in a large measure are determined by their previous evolution. An adaptation of an organism to both abiotic and biotic (but external to the population) conditions always realises asymptotically or in other words each mutation leading to optimization of the function of an apparatus deminishes the probability of a subsequent mutation in the same direction and the apparatus in the end is stabilized both in its morphology and in its function (Starobogatov, 1988). Thus the population of a species can use the licence in one case but in another cannot use because its organization is disagree to the licence. Passing from population level to macrotaxa level we may see that possibilities of using of a set of licences are determined by the adaptive one of the macrotaxon. This term was introduced by G.Simpson (cited after Russian edition, 1948) without definition. But it may be defined now as a total number of licences which may be used by the members of the

соном (1948) без определения, но ныне его можно определить как совокупность лицензий, которые могут быть использованы членами макротаксона за все время его существования. Адаптивные зоны могут совпадать частично или редко полностью, так как одни и те же лицензии могут использоваться разными группами организмов. При этом важно помнить, что число лицензий в биосфере, хотя и велико, но далеко не бесконечно и явно меньше возможностей увеличения разнообразия живых организмов. Значит, для оценки влияния водной среды на макроэволюцию лучше всего было бы проследить эволюцию водных экосистем. Однако, это в настоящее время невозможно ввиду неполноты наших знаний. Поэтому остается проследить изменения главных конструктивных особенностей этих экосистем, а именно, какие организмы являются первичными продуцентами, как и кем продукция используется и кто ответствен за процессы деструкции и возвращения вещества в круговорот.

Прежде всего следует отметить существенное различие между водной и сухопутной средами. Сухопутная среда, условно говоря, "двухмерна", тогда как водная "трехмерна". Это легко проиллюстрировать на примере биогеографических карт. Любое биогеографическое районирование суши может быть изображено на одной плоскостной карте. Даже в случае узких, сменяющих друг друга по вертикали поясов в горах, мы вполне можем изобразить их на карте, подобрав соответствующий масштаб. Иное дело в море: изобразить на одной карте районирование бентали и пелагиали невозможно - нужны, по меньшей мере, две разные карты, хотя бенталь от литорали до ультраабиссали (гадали) мы можем изобразить на одной карте, избрав подходящий масштаб. Эта "трехмерность" весьма важна и в экологическом смысле. Если на суше процессы деструкции идут, в основном, в почве и ее поверхностном слое - подстилке, то в водной среде они могут идти как в пелагиали, так и в бентали. В связи с этим в море детритофаги могут питаться как взвешенным (погружающимся) детритом, так и осевшим на поверхность дна. В пресных водах эта "трехмерность" не так уж заметна, ввиду малых глубин, и лишь в гигантских озерах с большими глубинами

macrotaxon during all time of its existence. Adaptive zones can coincide partly or rarely completely because the same licences can be used by different groups. It is important also to keep in mind that the total number of licences in biosphere although great but not infinite and evidently less than possibility of rising of the diversity of living organisms. It means that it is better to study of evolution of aquatic ecosystems in order to evaluate of influence of aquatic media to macroevolution. However it is impossible now due to incompleteness of our knowledge. It remains therefore to analyse the changes of main constructive peculiarities of the ecosystems namely what organisms are primary producers, by what the production is used and who realizes the process of reduction and returning the matter into a circulation.

It must be mentioned first of all the significant difference between terrestrial and aquatic media. The terrestrial media is conditionally "two-dimension" but aquatic media is "three-dimension". It may be demonstrated easily on the example of biogeographic maps. Every biogeographical division of the land may be represented in one flat map. It is so even in the case of narrow belts change to each other vertically in mountains when we use the map of adequate scale. It is another case in a sea: it is impossible to represent the divisions of the pelagial and the benthic on the same flat map. This representing requires at least two different maps although we may represent of division of the benthic from intertidal to ultraabyssal (hadal) zones on sole map, using the adequate scale. This "three dimension" condition is also very important in ecology. The process of destruction on land are generally in soil and its upper layer leaf-litter but the processes in aquatic media may be both in pelagial and in benthic. Detritus-eaters in a sea may eat both suspended (deepening) detritus and the detritus sunk to the bottom surface. This "three-dimension" is weakly noticeable due to little depth of waterbodies and it is very significant in great lakes such as Baical Lake.

(например, в Байкале) она хорошо заметна.

К сожалению, докембрийская история фауны и флоры плохо изучена: известно лишь значительное число бесскелетных (или с несохранившимся скелетом?) организмов, непохожих ни на какие из существовавших позднее (что породило странную, недопустимую с эволюционно-морфологической точки зрения гипотезу об одновременном появлении скелетных организмов у нижнего рубежа кембрия) и вендотениевых (бурых?) водорослей. Есть, однако, некоторые эволюционноморфологические соображения, позволяющие говорить об отдельных узловых моментах макроэволюции. Так, сквозной кишечник, несомненно, выработался в связи с грунтоедением, поскольку все другие типы питания не требуют наличия сквозного кишечника (вспомним о выбрасывании непереваренных остатков пищи в виде погадок у хищных птиц). Целом сформировался у седиментаторов, то есть организмов, питающихся оседающим на щупальцевый аппарат детритом (Старобогатов, 1983). Оба эти макроэволюционные события имели место именно в докембрии, поскольку уже в кембрии имеются и животные со сквозным кишечником и целомические животные. Характерно, что оба начальных ароморфоза связаны с питанием детритом.

Если мы рассмотрим набор организмов, остатки которых известны из кембрийских отложений, то легко заметить, что подавляющее большинство их детритофаги, получающие пищу из толщи воды (седиментаторы - археоциаты, брахиоподы, часть иглокожих, дендронидные граптолиты, или фильтраторы - губки, двустворчатые моллюски) или из грунта (полихеты, головохоботные, трилобиты, часть иглокожих). Поедатели водорослеобактериальных образований (моноплакофоры и гастроподы) немногочисленны. Наконец, есть и хищники - головоногие, мечехвосты и агласпиды. Ракообразные кембрия, по-видимому, образуют особую группу всеядных или трупоядных организмов. По этому набору групп легко представить себе, что первичная продукция создавалась одноклеточными водорослями (перидиниевыми, прасиновыми, вероятно, золотистыми и зелеными), почти не оставившими достоверных остатков, а близ берега макроводорослями (багрянками и, вероятно, буры-

Pre-Cambrian history of fauna and flora is studied unfortunately very weak: it is known only many skeletonless (or with not preserved skeleton?) organisms not similar to those lived later (which raised the strange and contradicting to evolutionary morphology hypothesis about simultaneous appearing of organisms with skeleton at the beginning of Cambrian) and Vendotaeniales (brown?) algae. There are however some evolutionary - morphological considerations permitting to discuss some main points of macroevolution. The through intestine doubtless appeared in connection with ground-eating because all another types of feeding did not require the through intestine (let us remember that undigested food remains are thrown out through the mouth, by birds of prey). The coelom appeared in sedimentators i.e. in organisms feeding the detritus sunk to the tentacular apparatus (Starobogatov, 1983). Both these microevolutionary events were just in Prae-Cambrian because there are both animals with the through intestine and with coelom in Cambrian. It is characteristic that both significant aроморфозы are connected with detritus-eating.

If we examine the set of organisms remains of which are known from Cambrian beds we may easily mention that the majority of the organisms are detritus-eaters, obtaining its food from water (sedimentators - Archaeocyatha, Brachiopoda, part of Echinodermata, Dendroid Graptolitha, or filterators-Spongia, Bivalvia) or ground-eaters (Polychaeta, Cephalorhyncha, trilobita, part of Echinodermata). The eaters of algal-bacterial encrustings (Monoplacophora, Gastropoda) are less abundant. There are some predators - Cephalopoda, Xyphosura, Aglaspida. Cambrian Crustacea forms apparently peculiar group of omnivorous or carrion-eating organisms. This set of groups permit to understand that the primary production in Cambrian seas was created by unicellular algae (Peridinea, Prasinophyta probably Chrysophyta and Chlorophyta) almost not remaining a trace of their existence and near the shore by macroalgae (Rhodophyta and probably Phaeophyta and Siphonophyta). So far as coastal part of euphotic zone is much less than euphotic

ми и сифоновыми). Поскольку прибрежная часть евфотической зоны моря ничтожно мала по сравнению с евфотической частью пелагиали, значение макроводорослей было невелико. Отмершие планктонные водоросли перерабатывались бактериями и за счет этого существовал весь бентос (как и теперь на больших глубинах океана). Планктонных хищников было очень мало, разве что, известные из кембрия радиолярии (насселлярии). Зато в связи с преобладанием детритофагов в бентосе там были и хищники. Можно обратить внимание на то, что экосистемы были сбалансированными и захоронение органического вещества в море, практически, не имело места. От кембрия и раннего ордовика сохранилось сравнительно мало ископаемых остатков (кроме археоциат, вымерших в пределах кембрия, и некоторых групп трилобитов), но есть основание предполагать, что описанная выше схема сохранялась до девона. Более показателен поздний ордовик, откуда уже достоверно известны планктонные трилобиты и граптолиты, а также нектобентосные хищники ракоскорпионы. Остальные группы (кроме археоциат) представлены лишь гораздо богаче, чем в кембрии.

Существенная смена конструктивных особенностей экосистем произошла, по-видимому, в среднем-позднем девоне. Судя по набору жизненных форм и типов питания, главные конструктивные особенности экосистем стали близкими к тем, что наблюдаются и ныне. Развитие наземной растительности по низменностям и берегам морей обусловило поступление в прибрежную зону органического вещества и биогенов, что способствовало массовому развитию прибрежных водорослей, а подчас, и захоронению органики (пермские "белые угли" Тасмании). В пелагиали появились свои растительноядные формы (о них известно крайне мало) и поедавшие их хищники - активные нектонные и планктонные головоногие. Увеличивается и разнообразие микрофагов - поедателей водорослевобактериальных обрастаний.

Дальнейшая смена групп, по-видимому, идет уже при относительном постоянстве общего числа лицензий в биосфере, поскольку вымирание одной группы компенсируется увеличением разнообразия другой (исключение: поздний триас - ранняя юра, когда у многих групп наблюдается

part of pelagial the significance of macroalgae was very little. The dead planctonic algae were fed by bacteria and it was the base of existence of all benthos (as well as now in great depth). Planctonic predators or phytophages were not diverse: only Nassellaria being known from Cambrian. On the other hand abundant benthic detritus-eaters were the prays of many predators. It may pay the attention that the ecosystems were ballanced and there were no buriing the organic matter. Cambrian and lower Ordovician deposits contain few remains of organisms except Arcaeocyatha extinct in Cambrian and certain groups of Trilobita but it is possible to suppose that the scheme described above maintains till Devonian. The late Ordovician is more demonstrative: there are known from mentioned deposits the planctonic Trilobita and Graptolitha and predaceous Eurypterida. Remaining groups (except Archaeocyatha) are represented more rich and diverse than in Cambrian.

The significant change of the constructive peculiarities of ecosystems took place apparently in middle-late Devonian. The main constructive peculiarities of ecosystems became near to recent ones which may be proved by the set of ecomorphs and types of feeding. The development of terrestrial plants in lowlands and shores of a sea led to richening of organic matter and biogenes in the coastal zone which led to mass grew of the coastal algae and sometimes to buriing of organic matter (Permian white coal in Tasmania). There were appeared pelagic phytophagous forms (known very weak) and predators eating them - active planctonic and nectonic Cephalopoda. The diversity of microphages eating bacterial-algal encrustings also rised.

Further change of groups apparently went with relative stable number of licences in biosphaere because the extinction of a group was compensated by the rising of the diversity of another (except late Triassic - early Jurassic when many groups demonstrated the diminishing in the diversity - Go-

уменьшение разнообразия - Голиков, Старобогатов, 1989; Старобогатов, 1992, причина чего пока не ясна). Так в пределах двустворчатых моллюсков на рубеже триаса и юры или в триасе наблюдается резкое уменьшение разнообразия птериоидных двустворок, компенсируемое возрастанием разнообразия аркоидных. Еще более пока затейна смена нектонных хищников на основе конкуренции головоногих и рыб. Аммониты, мало подвижные планктонные хищники, вымирают в конце мела, а гораздо более активные внутреннераковинные головоногие осваивают пелагиаль и приобретают способность питаться рыбами (равно, как и некоторые рыбы - головоногими). В ходе этих процессов наблюдаются два периода резких изменений - один в триасе, другой на рубеже мела и палеогена.

Как можно видеть из этого обзора, процесс возникновения главных типов животных остается "за кадром", поскольку он имел место в докембрии. Зато макроэволюция надотрядов и отрядов прослеживается хорошо и увязывается с фанерозойской эволюцией биосферы.

Эволюция организмов и главных конструктивных особенностей экосистем континентальных водоемов обсуждалась ранее (Старобогатов, 1984). Ее анализировать много легче, поскольку она почти целиком укладывается в фанерозой.

Тут можно наблюдать 4 этапа.

1. До девонский. Первичные продуценты - цианеи, одноклеточные и нитчатые водоросли, консументы - водорослеядные инфузории, коловратки и филлоподы, редукция осуществляется бактериями.

2. Девон - пермь. Основная часть органики поступает с суши и перерабатывается бактериями. Последними, вместе с перерабатываемой ими органикой питаются двустворки, гастроподы, олигохеты. Появляются водные и амфибионтные легочные гастроподы (в связи с дефицитом кислорода в воде в местах скопления органики). С уменьшением поступления allochthonной органики все большую роль начинают играть водоросли, прежде всего, харовые.

3. Пермь - конец мела-начало палеогена. Появляются диатомовые водоросли и водные плауны. Личинки ряда групп насекомых (поденки, гриллоблаттиды, веснянки)

likov, Starobogatov, 1989; Starobogatov, 1992 - the cause of the phenomenon is unknown). It may be demonstrated that the diversity of Pterioid Bivalvia diminished at the end of Triassic - beginning of Jurassic and simultaneously rised the diversity of Arcoid Bivalvia. The change of nectonic predators is more demonstrative the base of it were competition of Cephalopoda and fishes. Ammonites weakly movable planctonic predators became extinct to the end of Cretaceous but more active teuthoid Cephalopoda introduced themselves in pelagial and acquired the capacity to eat fishes (equally as some fishes became eat squids). There are two periods of sharp changes the first one in Triassic and the second one at the demarcation of Cretaceous and Paleogene.

As one may see from review presented above the process of origination of the main animal phyla remains out of observation because it was in Prae-Cambrian.

On the other hand the macroevolution of superorders and orders may be seen very well and is agree with biosphaere evolution during Phanerozoic. The evolution of organisms and main constructive peculiarities of ecosystems of inland waterbodies was discussed previously (Starobogatov, 1984b). It may be analyzed easier because it has gone almost only in Phanerozoic.

There are four stages.

1. Prae-Devonian. Primary producers are cyaneans, unicellular and filamentous algae, consumers alga-eating infusorians, rotifers and phyllo pods, the reduction is made by bacteria.

2. Devonian - Permian. Main part of organic matter was received from land and processed by bacteria. The last together with organic matter were fed by Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta. Aquatic and amphibious Pulmonata was appeared in connection with the deficit of oxygen in the places overfilled with organic matter. Algae (especially Charophyta) became play more role during the process of diminishing of receiving of allochthone organic matter.

3. Permian - end of Cretaceous - beginning of Paleogene. The Bacillariophyta and aquatic

осваивают водную среду. К концу этого этапа возникают водные личинки стрекоз и двукрылых (хабориды), водные клопы и жуки. В континентальные водоемы вселяются речные раки. Редуцентами остаются бактерии.

4. Палеоген - ныне. Основную первичную продукцию в водоемах (кроме самых крупных, остающихся олиготрофными) начинают создавать высшие водные растения, являющиеся одновременно доступным источником пищи для консументов. Разнообразие личинок водных насекомых резко возрастает, увеличивается разнообразие пресноводных гастропод и появляются обитатели надводной части водных растений. Окончательное разрушение органики осуществляют бактерии.

Эндемичное развитие организмов в гигантских озерах (Байкал, Каспий, Охрид, Танганьика) не укладывается в эту схему из четырех этапов, поскольку время существования таких озер много меньше продолжительности последнего этапа, а скорость эволюции много выше средней для континентальных водоемов. Возникает значительное разнообразие родов и видов, не выходящих в то же время в систематическом смысле за пределы одного семейства или немногих семейств по числу родоначальников, проникших в такое озеро.

ЛИТЕРАТУРА

Голиков А.Н., Старобогатов Я.И., 1989. Вопросы филогении и системы переднежаберных брюхоногих моллюсков. Тр. Зоол. инст. АН СССР, Т.187 (1988) С. 4-77.

Левченко В.Ф., 1984. О внутренних связях и консервативности структур экосистем. Методологич. пробл. эвол. теории. Тарту, АН ЭССР, С. 22-23.

Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И., 1993. Диацентрическая концепция макроэволюции. Журн. общ. биол., Т.54, в.4, С.389-407.

Симпсон Дж.Г., 1948. Темпы и формы эволюции. М. Ил. 369 стр.

Старобогатов Я.И., 1983. Брахиоцельная (

Lycopsida appeared. Larvae of certain groups of Insecta (Ephemeroptera, Grilloblattoidea, Plecoptera) entered to aquatic media. The aquatic larvae of Odonata and Diptera (Chaoboridae) aquatic bugs and beetles were appeared to the end of this stage. Crayfishes also entered to inland waterbodies near the end of the stage. Bacteria maintains as main reducents.

4. Paleogene - recent. Main part of primary production in waterbodies (except the largest one remaining oligotrophic) is made by aquatic angiosperme plants which are simultaniously accessible food for consumers. The diversity of aquatic larvae of insects rises sharply. The diversity of aquatic gastropods also rises. The animals inhabited above-water parts of aquatic plants appear. Complete destruction of organic matter is made by bacteria.

The endemic development of organisms in the giant lakes (Baical, Caspian, Ohrid, Tanganyika) does not agree with the system of stages discussed above because the time of their existence is much less than the duration of the last stage and the rate of evolution is more than mean rate in the inland waterbodies. The significant diversity of genera and species appear but these taxa do not go out (in taxonomical sense) of one family or some families according to the number of ancestors entered in the lake.

REFERENCES

Golikov A.N., Starobogatov Ya.I., 1988. Problems of phylogeny and system of the prosobranchiate gastropods. Trudy Zool. Inst. Acad. Sci. USSR. V. 187(1988) P. 4-77 (in Russian)

Gunther K., 1949. Über Evolutionsfaktoren und die Bedeutung des Begriffs " Okologische Lizenz" für die Erklärung von Formenerscheinungen in Tierreichs. Festschrift von Erwin Stresemann, Heidelberg, Carlwint. S. 23-54.

Levchenko V.F., 1984. On internal connections and conservativity of the structures of ecosystems. In: Methodological problems of the theory of evolution. Tartu, Ed. Acad. Sci. Estonian SSR. P. 22-23 (In Russian).

Levchenko V.F., Starobogatov Ya.I., 1993.

гидроцельная) гипотеза происхождения целома. Тр. Зоол. инст. АН СССР, Т. 109, С. 111-122.

Старобогатов Я.И. 1984а. Эволюция экосистем. Методологические проблемы эволюционной теории. Тарту, АН ЭССР, С. 70-72.

Старобогатов Я.И. 1984б. Эволюция пресноводных экосистем. Тр. ГосНИОРХ, в. 223, С. 24-32.

Старобогатов Я.И. 1988. О соотношении между микро- и макроэволюцией. Дарвинизм: история и современность. Л. Наука. С. 138-145.

Gunther K., 1949. Über Evolutionsfaktoren und die Bedeutung des Begriffs 'Ökologische Lizenz' für die Erklärung von Formenerscheinungen in Tierreichs. Festschrift von Erwin Stresemann, Heidelberg, Carlwinter. S. 23-54.

Starobogatov Ya.I., 1992. Morphological basis for phylogeny and classification of Bivalvia Ruthenica. V.2, pt.1, P. 1- 25.

Ecocentric concept of macroevolution. Zhurn. Obshey Biologii. V. 54, pt 4, P 389407 (in Russian).

Simpson G.G., 1948. Tempo and modes of evolution. Moscow, Inostr.literatura, 369 p. (in Russian).

Starobogatov Ya.I., 1983. Brachiocoelic (hydrocoelic) hypothesos of the origin of coelom. Trudy Zool.Inst.Acad.Sci. USSR, V.109, P. 111-122.

Starobogatov Ya.I., 1984а. Evolution of ecosystem. In: Methodological problems of the theory of evolution. Tartu, Ed. Acad.Sci. Estonian SSR. P. 70-72 (In Russian).

Starobogatov Ya.I., 1984b. Evolution of freshwater ecosystems. Trudy GosNIORKh, No 223, P. 24-32. (in Russian).

Starobogatov Ya.I., 1988. On the relation between microand macroevolution. In: Darwinism: Istoraii sovremennost'. Leningrad, Nauka, P. 138-145. (in Russian).

Starobogatov Ya.I., 1992. Morphological basis for phylogeny and classification of Bivalvia Ruthenica. V.2, pt.1, P. 1- 25.

*Цветкова Л.И., доктор биологических наук,
Санкт-Петербургский Государственный
архитектурно-строительный Университет*

Гидросфера и биота должны рассматриваться как единая функциональная природная система, эмерджентные свойства которой не могут быть сведены к сумме свойств составляющих подсистем. При этом, при объединении подсистем в новое множество может происходить усиление гомеостаза, а функциональное условие увеличивать стабильность последней.

Гидросфера, как и любая экосистема система с диффузионной регуляцией входящих в нее субсистем. Для осуществления контроля антропогенных влияний и управлении необходима отрицательная обратная связь, уменьшающая отклонение на входе.

Хотя существование системы регуляции по типу обратной связи на уровне биосферы - вопрос спорный, предположение о такой регуляции естественно на основе информации об экосистемном уровне.

Л.Машфорд (Mumford, 1967) сформулировал кибернетический принцип: низкоэнергетические причины могут приводить к высокоэнергетическим следствиям.

Человеческий мозг, нуждаясь в очень малых затратах энергии может создавать мощные идеи. До сих пор он опирался на положительную обратную связь, что способствовало росту техники и эксплуатации ресурсов. Но этот процесс в итоге приведет к снижению качества человеческой жизни и разрушению среды, если не будут найдены пути управления с помощью обратной отрицательной связи. Если мы не сможем изолировать глобальные системы жизнеобеспечения, и в первую очередь гидросферу, от вредных антропогенных воздействий или ограничить их, то отходы индустриализованного общества станут для человечества основным лимитирующим фактором.

Следовательно, сохранение экологического благополучия водных экосистем, как основного ресурса обеспечения жизни человека - одна из ключевых проблем охраны природы.

Tsvetkova L.I. - Doctor of biology, professor of St.-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Hydrosphere and biota must be considered as a whole functional unit whose emergent qualities can not be reduced to the sum of qualities of constitutive systems. When constitutive systems unite into new plurality the aggravation of homeostasis may happen but functional complication increases the stability of ecosystem.

Hydrosphere as well as many ecosystems is the system with diffusion regulation of constitutive subsystems. For controlling of anthropogenic influences and operating the reverse connections, reducing the entrance fluctuations, are necessary. Though the existing of regulation system in accordance with reverse connection type on biosphere level is disputable question.

The supposition about such regulation is natural on the base of information about ecosystem level.

M.Mamford formulated the cybernetic principle: low-energetic reasons can bring to the high-energetic consequences.

Human brain, needing in very small energetic expenditure, can create might ideas. It based still on positive reverse connection which promote the technical advance and resource exploitation. But this process finally brings to the reduce of the quality of human life and environment deterioration if the ways of regulation with the help of negative reverse will not be found out. If we can not isolate the global systems of provision and, first of all, the hydrosphere from harmful anthropogenic influences or to limit them, then the wastes of industrialized society will become the major limiting factor for mankind.

So, the preserving of ecological prosperity of water ecosystem as of the main resource of human life - one of the key problem of protection.

Of course, bringing the water usage in correspondance with the ecological security demands is the strategic task, requiring

Приведение водопользования в соответствие с требованиями экологической безопасности - стратегическая задача, требующая как концептуальных проработок, так и фундаментальных и прикладных исследований.

И, в первую очередь, в следующих направлениях:

1. Разработка концепции "экологической нормы", представление о которой носит сейчас скорее эмоциональный характер, чем научный, очерченный какими-то количественными границами. Критериями нормы могут служить, например: отсутствие снижения стабильности или разнообразия, отклонение от многолетних среднестатистических характеристик, или соотношение скоростей автотрофных и гетеротрофных процессов, лежащих в основе биотического круговорота веществ и энергии или что-то другое. В конечном счете вопрос сводится к тому по каким показателям регистрировать состояние экосистемы.

Очевидно, что эволюция биосферы и развитие цивилизации предполагает и неизбежно приводят к качественным изменениям в потоках веществ и энергии. Поэтому было бы неразумно придерживаться "нулевой" стратегии во взаимодействии Природы и Общества, активно противодействуя любым антропогенным влияниям на окружающую среду.

Нереально пытаться нормативными предписаниями законсервировать современное состояние биосферы.

Поэтому "экологическая норма" должна подразумевать способность системы к саморегуляции. Следовательно, необходимый компонент "нормы" - адаптационный потенциал.

2. Проблема экодиагностики. Реакция системы на воздействие отлична от реакции популяции или отдельного организма.

Поэтому диагноз состояния экосистемы не может быть сведен к анализу суммы характеристик ее состава и функций абиотических и биотических компонентов.

Для оценки состояния экосистемы в целом необходимы интегральные показатели.

conceptional studies, fundamental and applied researches.

And first of all in following directions:

1. The elaboration of notion "ecological standart". At the actual moment such notion has more emotional than scientific character.

The criteria of such standart can be for example, the absence of stability reducing or variety reducing, longterm average statistical characteristics of ratio of the velocities of autotrophic and heterotrophic processes, underlying the biotic rotation of substances and energy. Finally the question is: in accordance with what parameters the ecosystem state is to be registered.

Evidently the biosphere evolution and civilization development inevitably bring to the qualitative changes in the flows of substances and energy. Therefore it would be unreasonable to follow "zero strategy" in nature and society interaction, counteracting to any anthropogenic influence on environment.

It is unreal to try to conserve the actual biosphere state by normative regulations.

Therefore the "ecological" standart must mean the ecosystem capacity to selfregulation for keeping the optimal state. So the necessary component of such standart is the adaptive potential, the quantitative measure of which is elastic stability of ecosystem.

2. The problem of ecodiagnosics. The system's reaction on any impact is different from the reaction of population or separate organism. Therefore the diagnosis of ecosystem can not be brought only to the analyses of the sum of characteristics of its composition and functions of biotic and abiotic components. Even long-term dynamics of numerous separate parameters is not enough for this purpose, because it does not give information about emergent properties of biogeocenoses. To estimate the ecosystem state as a whole the integral parameters are necessary.

For all this the apparatus and methodological provision of operative control has the decisive significance.

НЕПРИЛИВНЫЕ ЭСТУАРИИ:
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ЭКОСИСТЕМЫ, СПОСОБ ОЦЕНКИ УРОВНЯ
ТРОФИИ, СТРАТЕГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ

*ШИШКИН Борис Антонович, к.б.н.,
Международный центр "Биоэкологический
контроль"*

*ИЩУК Татьяна Борисовна, к.т.н., ВНИИ
гидротехники им. Б.Е.Веденеева*

Результаты системного изучения эстуария Невы в 1981-1990 гг. и анализ литературных источников позволили создать общие представления о структурно-функциональных закономерностях экосистемы неприливых эстуариев (эстуарии внутренних морей) умеренного пояса.

Эстуарии получают высокую аллохтонную нагрузку: естественный сток с водосборного бассейна, с урбанизированных приустьевых участков суши, вовлечения в интенсивное промышленное и сельскохозяйственное производства прилегающих участков суши. Экосистема открытой (пелагической) части эстуариев имеют одноосевую организацию за счет стокового течения, градиента концентраций солености, растворенных и взвешенных аллохтонных веществ, иловой фракции.

В верхней (прилегающей к устью) зоне интенсивно протекают процессы деструкции аллохтонного органического вещества (ОВ): на грунте - чрезвычайно высокой плотности ценозами седиментаторов и фильтраторов, в воде - микробными. Реализация высокой концентрации биогенных элементов в первичную продукцию происходит в нижней части эстуария, где снижается интенсивность выноса планктона и насыщенность воды иловыми частицами в связи с увеличением глубин. Седиментация ОВ (главным образом - автохтонного, что показано трассированием стабильным изотопом углерода перемещения ОВ в экосистеме) при наличии летней стагнации вызывает дефицит кислорода, угнетающий донную фауну, а при достижении определенной его глубины

- резко увеличивающий внутреннюю биогенную нагрузку эстуария за счет выхода фосфатов из донных отложений.

Прибрежные участки и отмели в верхней части эстуария интенсивно зарастают высшими растениями различных экологических групп с обильными обрастаниями нитчатыми водорослями. Пляжные участки без проведения специальных мероприятий для рекреационного использования непригодны. Литораль нижних участков эстуария занята погруженными гидрофитами с обильными обрастаниями нитчатыми водорослями. При определенных гидрометеорологических ситуациях пляжи забиваются гниющей фитомассой, что эпизодически (при интенсивном евтрофировании - постоянно) создает помехи рекреации.

Биотический баланс неприливых эстуариев - резко отрицательный за счет включения в биотический круговорот аллохтонного ОВ через бактериальное звено, частично - через фильтраторов и седиментаторов. Поэтому уровень трофии, понимаемый как интенсивность потока энергии через экосистему, в эстуариях, как и ряде других типов водоемов (водохранилища, приустьевые участки больших озер, малые озера с высокой нагрузкой аллохтонного ОВ), следует определять по продукции первого трофического уровня, в который войдет и аллохтонное ОВ, перешедшее на второй трофический уровень. Методически удобнее определять продукцию последнего, по которой можно оценить искомую величину расчетным путем. Возникают также затруднения при использовании бентических организмов в качестве индикаторов сапробности, обусловленную высокой концентрацией кислорода в приустьевой зоне. Использование известного уравнения Фолленвайдера, применяемое для расчета весенней концентрации фосфора в озерах по его годовой нагрузке, в эстуарии Невы дало приемлемый результат.

Оптимизационные мероприятия в эстуариях должны включать в себя снижение нагрузки и органического вещества, и биогенных элементов.

*Эрнестова Л.С., к.х.н. НПО "Тайфун",
г. Обнинск,
Семеняк Л.В., к.х.н., Дагестанский Научный
Центр РАН, г. Махачкала,
Хайлов Е.Г., Минприроды России,
Скурлатов Ю.И., чл. корр. РАЕН, д.х.н.,
Штамм Е.В., д.х.н. Институт химической фи-
зики РАН, г. Москва.*

До недавнего времени анализ качественного состояния водных экосистем осуществлялся с применением гидрохимических, и гидробиологических показателей. В первом случае определяется содержание в водной среде тех или иных загрязняющих веществ, во втором численный и видовой состав гидробиоценоза. Недостатком аналитического химического подхода является невозможность одновременного контроля большого количества загрязняющих веществ и продуктов их превращений в сточных водах и природной водной среде.

В докладе сделана попытка дополнить существующие способы оценки состояния водных экосистем в рамках кинетического подхода. Необходимость учета кинетических характеристик внутриводоемных химико-биологических процессов связана с тем, что загрязняющие вещества претерпевают те или иные превращения, так что наблюдаемое содержание в воде определяется соотношением скоростей их поступления и дальнейших превращений.

На основе многолетних натуральных наблюдений обоснован вывод о том, что состояние водной экосистемы во многом определяется сбалансированностью внутриводоемных окислительно-восстановительных и свободно-радикальных процессов. Показателями сбалансированности окислительно-восстановительных процессов является содержание в воде и кинетические характеристики процессов образования и распада в природной водной среде пероксида водорода. О сбалансированности свободнорадикальных процессов можно судить по стационарному содержанию и эффективной константе скорости гибели супероксидных и гидроксильных радикалов. В докладе обсуждаются методы определения содержания в воде малых количеств

*Ernestova L.S. - Institute of Experimental
Meteorology, Obninsk,
Semenyak L.V. - Dagestan Scientific Center
, Mahachkala,
Khallov E.G. - Ministry for environment
protection and natural resources,
Skurlatov Yu. I., Shtamm E.V. - Institute of
Chemical Physics, Russia.*

Until the last time the aquatic ecosystems state analysis is carried out with help especially hydrochemical and hydrobiological indexes. Defect of chemical analytical approach is impossibility of simultaneous control of much number of pollutants and their transformation products in waste and natural waters. In this report we attempt to complete the existing methods of aquatic ecosystems state estimation in the frame of kinetic approach.

Necessity in the kinetic characterization of chemical-biological processes connects with the transformation of pollutants so its content in water medium is determined by relation of rates their entry and further conversions.

On the base of natural observation during many years the conclusion about important role of balance of innerwater oxidative-reductive and free-radical processes is proved. The indexes of balance of this processes are the content of hydrogen peroxide in natural water and the kinetics of its formation and decomposition. About balance of free-radical processes it can decide on steady state concentration superoxide and hydroxyl radicals in water medium and effective rate constants of their decay.

The methods of detection in natural waters small amounts hydrogen peroxide and free radicals are considered. The role of copper-ions and reductive substances that are excreted by algae in innerwater oxidative-reductive and free-radical processes is dis-

пероксида водорода, супероксидных и гидроксильных радикалов.

Охарактеризована роль ионов меди и продуктов выделяемых микроводорослями, во внутриводоемных окислительно-восстановительных и свободно-радикальных процессах. На примере природных водных объектов, главным образом Волги, показаны следствия нарушения сбалансированности этих процессов: снижение воспроизводства и сезонная гибель рыб, обеднение видового состава водных экосистем. Охарактеризованы основные причины возникновения расбалансировки внутриводоемных окислительно-восстановительных и свободно-радикальных процессов. Формированию токсичных квазивосстановительных условий в водной среде способствует зарегулирование речного стока, влияние сточных вод, и как следствие этого развитие сине-зеленых водорослей. Сверхокислительное состояние среды возникает при чрезмерной интенсификации свободно-радикальных процессов в сочетании с загрязнением среды ионами марганца. В этих условиях образуются микроколлоидные частицы смешанновалентных оксидов марганца (III,IV), обладающих ярко выраженными окислительными свойствами и токсичностью.

cussed. The consequences of the disbalance of this processes for aquatic ecosystems, for example for Volga River, are shown: reduction and seasonal death of fish, poor species composition of aquatic ecosystems.

The main reasons caused disbalance of innerwater oxidative-reductive and free-radicals processes are discussed. The regulation of river flowing, influence of waste water without oxidative threament, and as result of it flowering of blue-green algae promote to toxic quasi-reductive state formation in aquatic medium.

Superoxidative state of aquatic medium is arised at excessive intensivity of free-radical processes in combination with pollution of medium by manganese-ions. In this state the microcolloidl particles of mixvalence oxides of manganese (III,IV) is formed, that possesses by strong oxidative properties and toxicity.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Во Введении в настоящий сборник материалов обращалось внимание авторов и читателей на особые условия его формирования, связанные с авторским оформлением представленных работ и сроками их поступления.

Тем не менее, составители сборника изыскали возможности переоформления некоторых работ и их включения в число публикаций.

К сожалению это касается лишь весьма ограниченного числа материалов.

БИОМОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА
СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД
В СИСТЕМЕ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
Г.МОСКВЫ

*Ковальшева Г.В.,
Лапина Е.Е.,
ИВП РАН.*

Вопросы контроля качества природных вод не теряют своей актуальности. Для их решения разрабатываются новые, более совершенные аналитические методы. Однако, оценить состояние водного объекта по комплексу разнокачественных показателей оказывается довольно сложно, так как многосторонние связи процессов антропогенного эвтрофирования нередко приводят к неадекватным изменениям отдельных параметров, характеризующих состояние экосистемы. Обобщенная оценка качества воды, учитывающая химические, физические и биологические неблагоприятные факторы среды, может быть получена с помощью биологических тестов. Особое значение биотестирование приобретает в контроле качества вод водохранилищ или других водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения, когда нередко требуется быстрый и достоверный ответ о качестве воды, поступающей в водозабор. К разряду таких водохранилищ относится и Ивановское – один из основных питьевых источников г. Москвы. Наиболее перспективным в этом отношении является люминесцентный метод биотестирования с использованием светящихся бактерий. В работе в качестве тест-объекта использовался продажный препарат лиофилизированных светящихся бактерий *Photobacterium phosphoreum*. Люминесценция бактерий измерялась на портативном пробирочном люминометре «Emilite-1003A» производства СП «БиоХимМак».

Для наблюдения за изменением токсичности как функции загрязнения водных масс были выбраны различные фазы режима водоема:

1. период интенсивного снеготаяния и половодья (март-апрель 1992-1993 годов);
2. период летней межени (июнь-начало сентября 1992-1993 годов).

BIOMONITORING NATURAL
AND WASTE WATERS QUALITY
IN THE SYSTEM OF THE AQUATIC
PROTECTUIN ACTIVITIES OF THE MOSCOW
WATER-SUPPLY SOURSES

*Kovalysheva G.V.,
Lapina E.E.,
IWP RAS.*

At present, various methods are used to estimate the surface water quality. However, it appears rather difficult to estimate the whole complex of various quality readings, because versatile relations of anthropogenic eutrophication processes often entail inadequate shifts in some parameters, characterizing the ecosystem state. The major interest, from the viewpoint of water quality protection, is to estimate of water quality by ecological criteria, i.e. by toxic safety based on detection of responses of living things affected to chemical, physical and biological unfavourable factors of the medium. To put it differently water quality can be comprehensively estimated by bioassays. Note that the bioassay acquires a special significance for water quality control in water reservoirs or other water objects, used as drinking water supply sources. The Ivankovo reservoir is one of the major drinking water sources of Moscow. The luminescent bacteria bioassay (LBB) is the most promising biotest among others. The commercial preparation of liophilized dried luminescent bacteria *Photobacterium phosphoreum* was used as test-object. Bioluminescence was measured by a portable cuvette photometric device «Emilite-1003A» produced by JV «BioChem-Mac».

Various phases of the reservoir regime were selected as functions of the water masses pollution. To observe, the toxicity dynamics:

- 1). The period of intensive snow-melting and spring flood-time (March-April 1992-1993).
- 2). The period of summer steady low water level (June-beginning of September 1992-1993).

В качестве объектов исследования были выбраны как природные воды Ивановского водохранилища, так и сточные воды Редкинского опытного завода, Завидовской птицефабрики, города Тверь (ручей Перемерки) и проведены реконгосцировочные оценки распространения загрязненных водных масс по водохранилищу. Во всех случаях определялись 10–18 основных гидрохимических показателей и токсичность как интегральная характеристика качества воды.

В результате проведенных исследований показано, что высокая чувствительность и экспрессность (время анализа от 2 до 15 мин) люминесцентного метода биотестирования позволяет использовать его для определения токсичности природных вод и создать систему постоянного мониторинга за качеством воды. С помощью биотеста со светящимися бактериями выявлены два периода наиболее мощного антропогенного воздействия на воды Ивановского водохранилища, а также изучены закономерности распределения токсичных водных масс от источников загрязнения. Анализ корреляционных зависимостей показал, что наиболее близким к пространственной динамике уровня токсичности природных вод был характер изменения БПК₅.

В настоящее время для оценки качества поверхностных вод используются различные методы. Одни из них основаны на традиционных гидробиологических исследованиях, базирующихся на изучении систематической принадлежности видов и их морфометрическом описании (констатация структурных изменений в сообществах). В других для расчета критерия качества воды используется целый ряд гидрохимических показателей. Однако, оценить состояние по комплексу разнокачественных показателей оказывается в некоторых случаях довольно сложно, так как многосторонние связи процессов антропогенного эвтрофирования нередко приводят к неадекватным изменениям отдельных параметров, характеризующих состояние экосистемы.

Следует отметить, что наибольший интерес с водоохраных позиций представляет оценка качества воды по экологическим критериям, т.е. по признаку токсикологи-

As research object the waste waters of the Redkino pilot plant, the Zavidovo poultry-farm and the town of Tver (stream Peremerki) were chosen as well, to make approximate estimates for spreading the polluted waters throughout the Ivankovo reservoir. In all cases, 10–18 hydrochemical parameters were determined (pH, conductivity, color, nitrate-N, nitrite-N, ammonium-N, phosphorus-P, total phosphorus, gross phosphorus, dissolved oxygen, permanganate oxygen consumed, alkalinity, biochemical oxygen consumed, chloride, sulfate, hardness, hydrocarbonate, suspended particles) and toxicity as the integral parameter of water quality.

As a result conducted study had been shown, that the high sensitivity of LBB enable to use it for definition of natural water toxicity. The systeme continuous monitoring water quality may be created thanks to fastness of LBB (time of analyse 2–15 min). The two periods of the most powerful anthropogenic influence the Ivankovo reservoir waters were found by LBB, as well as the tenets of toxic water distribution were research. Analysis of obtained data showed that results of LBB are in good accord with data Daphnia's bioassays.

At present, various methods are used to estimate the surface water quality. Some of them are based on traditional hydrobiochemical research based in turn on studying the systematic (taxonomic) position of biological objects (fishes and daphnias) and their morphometric description (structural changes in biocenosis). In other methods a variety of hydrochemical readings is used for calculation of water quality criterion. However, it appears rather difficult to estimate the whole complex of various quality readings, because versatile relations of anthropogenic eutrophication processes often entail inadequate shifts in some parameters, characterizing the ecosystem state.

Noted, that the major interest, from the viewpoint of water quality protection, is to estimate of water quality by ecological criteria, i.e. by toxic safety based on detection

ческой безопасности, основанному на регистрации ответных реакций живых организмов на возмущающее действие химических, физических и биологических неблагоприятных факторов среды. Другими словами, обобщенную оценку качества воды можно получить с помощью биологических тестов.

На сегодняшний день имеется широкий спектр методов биотестирования природных и сточных вод, которые позволяют исследователям в дополнение к результатам химического анализа получать интегральную характеристику качества вод, учитывающую взаимодействие и трансформацию химических веществ в природной воде и отражающую реальное состояние водной экосистемы.

Анализ литературных данных показал, что наиболее перспективным среди биологических тестов, применяющихся в мониторинге окружающей среды, является биотест с использованием светящихся бактерий (люминесцентный метод) (11, 4, 10, 8). Основанный на регистрации изменения люминесценции светящихся бактерий при воздействии различных химических веществ, как в смеси, так и по отдельности, метод адекватно отражает нарушение физиологических и биохимических процессов в клетке (способность клеток к размножению, изменение дегидрогеназной активности) (2).

Особое значение биотестирование приобретает в контроле качества вод водохранилищ или других водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения, когда нередко требуется быстрый и достоверный ответ о качестве воды, поступающей в водозабор. К разряду таких водохранилищ относится и Ивановское – один из основных питьевых источников г. Москвы. В то же время формирование качества воды водохранилища происходит под влиянием мощных источников загрязнений – промышленных и коммунальных сточных вод городов Тверь, Ржев, Торжок, Конаково и др., а также под влиянием поверхностного смыва с городских и сельскохозяйственных территорий водосбора, вклад которого в антропогенную нагрузку на водохранилище довольно высок (3). В результате на территории Ивановского водохранилища образовались различные по гидрохимическому составу и режиму формирования водные участки, роль которых во внутриводоемных процессах до конца не ясна.

of responses of living things affected to chemical, physical and biological unfavourable factors of the medium. To put it differently water quality can be comprehensively estimated by bioassays.

To-date, there is a wide range of bioassays for natural and waste waters enabling the investigators in addition to the results of chemical analysis to receive the integral characterizations of water quality taking account of the interaction between and transformation of chemical substances in natural water and featuring a true state of water ecosystem.

The literature data analysis showed that the luminescent bacteria bioassay (LBB) is the most promising biotest among others. This method, based on detection of shift in the light output of luminescent bacteria caused by different chemical substances both in mixture and separate, adequately reflects the destruction of physiological and biochemical processes in the cell (cell's capacity for propagation and the change in dehydrogenase activity) (2).

Note that the bioassay acquires a special significance for water quality control in water reservoirs or other water objects, used as drinking water supply sources, when a fast reliable answer is required on the quality of water entering the water intake. The Ivankovo reservoir, one of the major drinking water sources of Moscow, belongs to such water objects. Meanwhile the water quality of this reservoir is influenced by powerful pollution sources, such as industrial and waste waters of the towns of Tver, Rjev, Torjok, Konakovo and other as well as by sheet washing from urban and rural watershed areas, whose contribution into the anthropogenic load on the reservoir is rather high. As a result the areas differing hydrochemically and in the formation mode have appeared in the Ivankovo reservoir.

The role of these areas is not totally clear yet. In view of this, the objective of this research work was to study a principle possibility of using LBB for a continuous monitoring of the toxicity of natural water

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение принципиальной возможности использования биотеста со светящимися бактериями для постоянного мониторинга качества природных вод, взаимосвязи гидрохимических показателей и токсичности воды различных по составу водных участков водохранилища, выявление закономерностей распространения токсичных водных масс по водохранилищу от источников загрязнения.

Для наблюдения за изменением токсичности как функции загрязнения водных масс были выбраны различные фазы режима водоема:

1. период интенсивного снеготаяния и половодья (март-апрель 1992-1993 годов);
2. период летней межени (июнь-начало сентября 1992-1993 годов).

В первом случае осуществлялся ежедневный отбор проб на глубине 3 м русловой вертикали створа №3. Во втором, кроме наблюдений в контрольной точке, проводились серийные съемки по семи створам с отбором проб в нескольких вертикалях и горизонталях в зависимости от ширины и глубины русла (5). Также в качестве объектов исследования были выбраны сточные воды Редкинского опытного завода, Завидовской птицефабрики, города Тверь (ручей Перемерки) и проведены реконгосцировочные оценки распространения загрязненных водных масс по водохранилищу. Во всех случаях определялись 10-18 гидрохимических показателей (рН, электропроводность, цветность, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , фосфор общий, фосфор валовый, растворенный кислород, БПК, перманганатная окисляемость, Cl^- , SO_4^{2-} , жесткость, щелочность, HCO_3^- , взвешенные частицы) и токсичность как интегральная характеристика качества воды.

В работе в качестве тест-объекта использовался продажный препарат лиофилизованных светящихся бактерий *Photobacterium phosphoreum*. Люминесценция бактерий измерялась на портативном пробирочном люминометре «Emilite-1003A» производства СП «БиоХимМак». Расчет относительных единиц токсичности (Т) проводился с использованием функции, как описано в работе (9), с учетом 15-ти минутного экспонирования проб. Оценка уровня токсичности воды осуществлялась по величине эффекта ана-

for correlation of hydrochemical readings with water toxicity in the water areas for revealing the principles of spreading the water toxic masses throughout the reservoir from the pollution sources.

Various phases of the reservoir regime were selected as functions of the water masses pollution. To observe, the toxicity dynamics:

- 1). The period of intensive snow-melting and spring flood-time (March-April 1992-1993).
- 2). The period of summer steady low water level (June-beginning of September 1992-1993).

In the first case, the samples were taken daily at the depth of 3 m the channel vertical of alignment 3. In the second case, except the observations in control the point, the set survey was conducted on seven alignments with sampling in several verticals and horizontals depending on the width and depth of the channel (5). As research object the waste waters of the Redkino pilot plant, the Zavidovo poultry-farm and the town of Tver (stream Peremerki) were chosen as well, to make approximate estimates for spreading the polluted waters throughout the Ivankovo reservoir. In all cases, 10-18 hydrochemical parameters were determined (pH, conductivity, color, nitrate-N, nitrite-N, ammonium-N, phosphorus-P, total phosphorus, gross phosphorus, dissolved oxygen, permanganate oxygen consumed, alkalinity, biochemical oxygen consumed, chloride, sulfate, hardness, hydrocarbonate, suspended particles) and toxicity as the integral parameter of water quality.

The commercial preparation of liophilized dried luminescent bacteria *Photobacterium phosphoreum* was used as test-object. Bioluminescence was measured by a portable cuvette photometric device «Emilite-1003A» produced by JV «BioChemMac». The relative toxicity units (T) were calculated by use of the Y-function as described elsewhere (9) taking account of 15 min. exposure of the samples. The toxicity water was estimated from the effect of the test samples on the light output of luminescent bacteria, expressed by relative toxicity units.

лизируемых проб на люминесценцию светящихся бактерий, выраженного через относительные единицы токсичности.

TABLE 1. Scale of toxicity.

The relative toxicity unit	Size of effect	The toxicity level
T = 0		Sample is non-toxic
0 < T < 0,3	Reduction of light output up to 25%	Sample is slightly toxic
0,3 < T < 3,0	Reduction of light output from 25% to 75%	Sample is toxic
T = 3,0	Reduction of light more 75%	Sample is very toxic
T = 1,0	Reduction of light 50%	Sample is toxic

Анализ корреляционных зависимостей проводился с использованием программы «Ахум» на IBM PC\AT 286.

В период интенсивного снеготаяния и половодья 1992 г. с помощью люминесцентного метода биотестирования было зафиксировано увеличение токсичности воды, достигающее значения 0,4 относительных единиц, что соответствует уровню токсичности «вода токсична» (табл.1). В то же время превышения концентраций определяемых нами гидрохимических показателей не наблюдалось. Появление пика токсичности, по-видимому, можно объяснить увеличением концентрации ксенобиотиков, поступающих в воды водохранилища с поверхностным смывом.

Обычно считалось, что наибольшую антропогенную нагрузку водные бассейны испытывают в зимнюю межень. Но результаты исследований последних лет показали, что максимальные концентрации антропогенных загрязнителей стали наблюдаться в периоды интенсивного снеготаяния и половодья, и особая роль здесь принадлежит неконтролируемым источникам загрязнений (3).

Регистрируемое после двухдневного всплеска падение уровня токсичности вызвано либо изменением химического состава талого стока, либо уменьшением в нем концентрации токсикантов. Дальнейшее колебание уровня токсичности в пределах «вода не токсична» – «вода слабо токсична» указывают на равновесное состояние водной экосистемы.

The correlative dependences were calculated by use of the programme «AXUM» on IBM PC\AT-286.

In the spring of 1992 during intensive snowmelting and spring flood, the increase of water toxicity was noted by LBB which reached the value 0.4 relative toxicity units (r.t.u.).

This corresponds to the toxicity level «water is toxic» (Table 1). We observed no increase in the defined hydrochemical parameters. Perhaps, the appeared toxicity peak is explicable by the increased concentration of xenobiotics with entering the reservoir waters from the sheet washing of agricultural areas.

It is a matter of common observation that the water basins undergo the greatest anthropogenic load every winter. However recent data showed that the maximum concentrations of anthropogenic pollutions were observed in periods of snowmelting and spring flood with a special role of non-point pollution sources (3).

The detected fall in the toxicity level after two-day splash was entailed either by the change in the chemical composition of melted run off or decrease in toxicant concentration in it. Further fluctuations of toxicity ranging from «nontoxic» to «slightly toxic» indicate that the state of water ecosystem is balanced.

Высокие уровни токсичности 0.89 и 0.54 относительных единиц зафиксированы в контрольной точке в июле 1992 и 1993 годов соответственно. Это может быть, как результатом прямого антропогенного воздействия, так и следствием внутриводоемных процессов. Из литературы известно, что интенсивное цветение фитопланктона, стимулированное поступлением сточных вод и поверхностного смыва с урбанизированных территорий, вызвало увеличение уровня токсичности водных масс и донных отложений (7). Оценить роль каждого из процессов в увеличении токсичности довольно сложно. Тем более, что протяженность и границы зоны влияния основных источников загрязнений Иваньковского водохранилища до сих пор не определены. Однако, появление пиков токсичности практически в одно и то же время (20-е числа июля) при различных погодных условиях, говорит, скорее всего, в пользу последнего предположения. Тем более известно, что для летнего периода характерно возникновение одного пика биомассы фитопланктона (1). В этом случае изучение динамики токсичности воды водохранилища неотъемлемо должно быть связано с изучением накопления и деструкции биомассы и сопровождающих их химических процессов. С другой стороны, для выяснения причин столь высокого уровня токсичности в обоих исследуемых периодах необходимо проследить движение водных масс от источников загрязнения вниз по водохранилищу и определить их химический состав, уделив при этом особое внимание соединениям промышленного синтеза.

Исследования постворных изменений токсичности, проведенные в июне-июле 1992 г., позволили создать картину пространственного распределения по водохранилищу загрязненных водных масс.

Высокий уровень токсичности («вода токсична») в створах №1 и №2 говорит, скорее всего, в пользу глубокого проникновения сточных вод города Тверь в Иваньковское водохранилище. Характер изменения токсичности воды и уменьшение значений токсичности до уровня «вода слабо токсична» и «вода не токсична» в створах №3 и №4, соответственно, можно рассматривать как результат самоочищающей способности водохранилища.

High toxicity levels 0.89 and 0.54 r.t.u. were noted in the control point in July 1992 and 1993 respectively.

This phenomenon may be both a result of direct anthropogenic influence and a consequence of intra-reservoir processes. It is known from the literature that the intensive phytoplankton bloom stimulated by entering of waste water and sheet washing from urban areas increased the toxicity of water masses and bottom deposits (7). It is fairly complicated to estimate the role of each process in the toxicity increase. Moreover the area and the bounds of influence zone of major pollution sources for the Ivankovo reservoir have not still been defined. Yet the appearance of toxicity peaks during different weather conditions practically at the same time (the last decade of July) may most likely evidence in favour of the latter supposition. It is moreover known that the appearance of one peak of phytoplankton biomass is typical of summer period (1). In this case, the study of the reservoir water toxicity dynamics must necessarily be related to accumulation and destruction of biomass and the concurrent chemical processes. On the other hand, we have the motion of water masses from pollution sources downstream the reservoir, which should be traced to find out the cause of so high toxicity level in both periods under study. We have to define the chemical composition of pollutions with paying attention to the compounds of industrial synthesis.

The conducted investigations of along-alignment toxicity shifts gave us the opportunity to create a picture of distribution all over reservoir of polluted water masses.

The high toxicity level «water is toxic» in alignments 1 and 2 may most likely testify in favour of a deep penetration of the t.Tver's waste waters into the Ivankovo reservoir. However, the ultimate conclusion must be done only after a detailed study of the entering regime of the toxic water masses and of their spreading all over the reservoir from pollution sources. The pattern of water toxicity change and the decrease in toxicity values up to the levels «water is slightly toxic» and «nontoxic» in alignments 3 and 4 respectively can be considered as a result of self-purification capacity of the reservoir.

Использование люминесцентного метода биотестирования позволило также выявить закономерность распределения водных масс по качеству в зависимости от глубины водного объекта. Так, наиболее токсичные воды располагались преимущественно в придонном слое, а менее токсичные находились на глубине 3 м и у поверхности (рис.3). Токсичность прибрежных водных зон по уровню практически всегда была близка токсичности поверхностного слоя русловой вертикали. В то же время, значения гидрохимических показателей не имели существенных различий.

Контроль за качеством и режимом поступления сточных вод от источника загрязнения помог бы установить причины возникновения и распределения токсичных водных масс.

Первым этапом в решении этой проблемы стали работы по изучению влияния сточных вод ряда предприятий на формирование качества воды в районах сброса. Особая роль здесь, конечно, принадлежит мощному источнику загрязнений – промышленным и коммунальным сточным водам г.Тверь. До сих пор, к сожалению, не определены границы зон загрязнения и влияния, так как обычные гидрохимические показатели в данном случае являются мало информативными и с их помощью провести разграничение этих зон не представляется возможным. Таким образом, в августе-сентябре 1992 г. с использованием люминесцентного метода биотестирования были проведены работы по определению створа полного смешения на участке Перемерки – д.Плоски (створ №3) и изучению распределения токсичных водных масс от источника загрязнений.

Сточные воды г. Тверь, предварительно соединяясь с водами ручья Малые Перемерки, поступают по сбросному каналу в Ивановское водохранилище с правого берега. В съемках за фоновую принята точка, расположенная на 500 м выше по течению от сбросного канала. Высокие значения токсичности $T_{(15)} > 0.3$ отн. ед., регистрируемые для вод правого и левого берегов, а также для поверхностного слоя русла говорят о том, что фоновая точка была выбрана слишком близко к месту сброса, и здесь в полной мере наблюдается влияние сточных вод (рис.4 а), что подтверждает

The LBB made possible to find out the principles of water masses distribution by on the depth of water objects. So, the most toxic waters were located mostly in the benthic layer, and less toxic waters were detected at a depth of 3 m and at the surface (Fig.3). The toxicity of riverside waters was always close to that of the surface layer of the channel vertical. The values of hydrochemical parameters differed essentially had no essential differences.

The quality and regime control of the entering waste waters from pollution sources would help to define the cause of origin and distribution mechanism of toxic water masses.

The initial step in decision of this problem became the study of waste water influence of some enterprises on formation of water quality in discharge areas. A particular role is played here by a powerful source of pollutions, industrial, sewage and waste waters of t.Tver. Unfortunately, the boundaries of their influence and contamination have not been defined yet. Since the conventional hydrochemical parameters as the case stands are less informative and it is impossible to conduct the demarcation of these zones. Thus, in August-September 1992 in the site Peremerki-v.Ploski (al.3) the works were conducted by use of LBB to define the entire mixture alignment and to study the distribution of toxic waters masses from pollution sources.

The Tver's waste water preliminarily combine with waters of the stream L.Peremerki, then enter the Ivankovo reservoir by a discharge canal from the right bank. In our surveys, the point located 500 m upwards from the discharge was taken as the background one. The high toxicity values (more than 0.3 r.t.u.) detected for waters of the right and left banks as well as the surface layer of channel show that the background point was selected too near to the discharge locus and here the waste water influence is largely observed (Fig.4 a). This supposition is supported by some slightly increased hydrochemical readings ($= 32.2-34.0 \text{ mS}\backslash\text{m}^2$, $\text{HCO}_3^- = 183 \text{ mg}\backslash\text{l}$, $\text{Cl}^- = 13,4 \text{ mg}\backslash\text{l}$).

Of particular interest is the point located 100 m after the discharge where the toxicity of surface layer reached the values 5,25 r.t.u. («very toxic») while the discharge canal brought low-toxic waters ($T_{(15)} = 0,244$ r.t.u.). The hydrochemical readings showed the water near the right bank to be contaminated while the

ся некоторыми несколько завышенными гидрохимическими показателями ($\text{pH} = 32.2\text{--}34.0$, $\text{HCO}_3^- = 183$ мг/л, $\text{Cl}^- = 13.4$ мг/л). Особый интерес вызывает точка, расположенная на расстоянии 100 м ниже сброса. Здесь токсичность поверхностного слоя достигла значений 5.25 отн.ед. – «вода сильно токсична». В то время как из сбросного канала поступали мало токсичные воды $T_{(15)} = 0.244$ отн.ед. По гидрохимическим показателям наиболее загрязненной оказалась вода у правого берега, затем следовали воды поверхностного слоя и придонного слоя русловой вертикали. На 600 метровой отметке ниже сброса уровень токсичности придонного слоя пересек так называемую границу безопасности и достиг значений $T_{(15)} = 0.75$ отн.ед. В тоже время значения практически всех гидрохимических показателей здесь были близки к значениям характерным для природной воды. Шлейф токсичных вод простирался до створа Эммаус (29 км рис.4 б). В створе д.Городня значение токсичности во всех точках отбора приблизилось к нулевой отметке. На основании полученных результатов, можно сделать предварительное заключение о том, что створом полного смешения является створ д. Городня.

Для дальнейшего изучения влияния сточных вод на формирование качества воды Иваньковского водохранилища в качестве объекта исследования был выбран сброс Редкинского опытного завода.

Сточные воды завода поступают в мелководный Шошинский плес, богатый устойчивыми к разложению органическими веществами ($\text{БПК}_5 / \text{ПО} = 0.33\text{--}0.59$). Рекогносцировочная съемка, проведенная в августе 1993 года показала, что гидрохимические параметры сбрасываемых и отобранных вод не имеют существенных различий и, в целом, не превышают значений по всему

water of the surface and benthic layers of the channel vertical were less contaminated. The toxicity level of the benthic layer 600 m after the discharge was over the so-called safety boundary and reached 0.75 r.t.u. The values of all actually hydrochemical readings were close to those typical of natural water.

The slightly toxic waters extended up to alignment Ammaus (29 km) as shown in Fig.4 b. The most toxic waters were along the right bank. The values of toxicity in all points of sampling were close to the nul point. From the data obtained one can make a preliminary conclusion of Gorodnja's alignment is that of entire mixture.

The dischar of Redkino's pilot plant was selected as object of further study of waste water influence on the formation of water quality in the Ivankovo reservoir. The plant waste waters enter the Shoshinsky shallow saturated with steady organic substances ($\text{BOC}_5 / \text{POC} = 0.33\text{--}0.59$). Preliminary survey conducted in August 1993 showed that the hydrochemical parameters of the discharged and sampled waters (did not differ much). In all, they do not exceed the parameters all over the shallow. The toxicity was recorded in no points. However the analysis of water obtained after stirring the benthic deposits collected at the point of direct discharge showed a very high toxicity of the sample ($T_{(15)} = 19.2$ r.t.u.). Therefore, toxic substances are accumulated in benthic deposits. Nevertheless, the toxicity was not already observed 200 m from the discharge.

The waste waters of Zavidovo's poultry-farm were taken as an other fairly interesting object for study. Its waste waters contain an enormous quantity of biogens, hydrocarbonates, chlorides etc. In some cases, they reached the following values

$(\text{NO}_3^- = 0.22$ мг\l;	$\text{NH}_4^+ = 60.0$ мг\l;
$\text{P} \text{ groc} = 185$ мг\l,	$\text{PO}_4^{3-} = 135$ мг\l;
$\text{Cl}^- = 923$ мг\l;	$\text{HCO}_3^- = 554.0$ мг\l).

плесу. Что же касается токсичности, то ни в одной точке отбора она не была зафиксирована. Однако анализ воды, полученной после взмучивания донных отложений, отобранных в точке непосредственного сброса, показал очень высокую токсичность пробы $T_{(15)} = 19.2$ отн. ед. Следовательно, в донных отложениях идет накопление токсичных веществ. Но уже на расстоянии 200 м от сброса токсичности не наблюдалось.

Другим довольно интересным объектом исследования были сточные воды Завидовской птицефабрики. От предыдущих его отличает наличие в сбрасываемых водах большого количества биогенов, гидрокарбонатов, хлоридов и др. В некоторых случаях они достигали следующих значений:

$\text{NO}_3^- = 0.22 \text{ мг/л};$	$\text{NH}_4^+ = 60.0 \text{ мг/л};$
$\text{P}_{\text{вал.}} = 185 \text{ мг/л};$	$\text{PO}_4^{3-} = 135 \text{ мг/л};$
$\text{HCO}_3^- = 554.0 \text{ мг/л};$	$\text{Cl}^- = 923 \text{ мг/л}.$

Тем не менее исследования токсичности столь загрязненных биогенами вод, проведенные в июле 1992 г., показали что люминесцентный метод биотестирования не может быть использован для контроля за их качеством.

И в заключение хотелось бы остановиться на рассмотрении ключевого вопроса любого метода биотестирования природных вод – это вопрос о соответствии данных о токсичности гидрохимическому режиму изучаемого водного объекта. Анализ корреляционных зависимостей токсичности и гидрохимических параметров показал, что наиболее близким к пространственной динамике уровня токсичности был характер изменения БПК₅ (коэффициент корреляции в некоторых случаях достигал значения 0,95). Что касается биогенов, то здесь была обнаружена слабая взаимосвязь с концентрациями общего и валового фосфора (коэффициенты корреляции достигали значений 0,56 и 0,54, соответственно) и суммарного азота (коэффициент корреляции 0,68). С другими физико-химическими показателями (рН, электропроводность, t°C, цветность, Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻, щелочность, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, взвешенные частицы) каких-либо зависимостей обнаружено не было, что не противоречит данным, полученным с помощью биотеста на дафниях (6).

Nevertheless, the study of toxicity of so much contaminated waters by biogens showed the unsuitness of LBB for quality control of waste waters entering the Ivankovo reservoir. It may well be that under other conditions (time, methods) of sampling the increase in water toxicity of this site of the reservoir will be detected. As a result we would like to consider the key point of any method of natural water bioassay, that is the conformity of data on toxicity to hydrochemical regime the of the w under study, under object.

As mentioned above, the toxicity is an integral parameter of water quality and so it is not related to the change in concentration of any polluting substance. Nevertheless, the study of the conformity of the toxicity data to the dynamics of hydrochemical parameters is of certain interest. Analysis of toxicity-hydrochemical readings correlation showed that the dynamics of BOC₅ was the closest to the spatial dynamics of toxicity level (correlation coefficients in in some cases reached 0.95). As to biogens, a weak correlation was found with concentrations of total and grocc phosphorus (correlation coefficients reached 0,56 and 0,54 respectively) and of summary nitrogen (coefficient 0,68). No correlations were found between other physicochemical parameters and the toxicity level.

Analysis of obtained data showed that results of LBB are in good accord with data Daphnia's bioassays(6).

ИСТОЧНИКИ

1. Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Соколова Л.П., Матвеева Н.П., Попадьян Б.Г. (1984).

Определение скорости потребления гидробионтами в модельных и полевых экспериментах пировиноградной кислоты, мочевины и бензальдегида (на примере олиготрофного озера). Гидрохим. материалы. т.89, с. 28-40.

2. Гиль Т.А., Саксонов М.Н., Стом Д.И. (1985).

Эффект комбинированного действия тяжелых металлов и фенолов на водные организмы. Вод. ресурсы. №3. с.118-121.

3. Кирпичникова Н.В.

Исследование неконтролируемых источников загрязнения водных объектов /на примере Ивановского водохранилища/: Автореф. дис. канд. тех. наук: 11.00.11. М., (1992). 23 с.

4. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л.: Гидрометеиздат, (1987). 160 с.

5. Практические рекомендации по гидрологическому изучению загрязнения и самоочищения рек, озер и водохранилищ. Л.: ГИ, (1971). 26 с.

6. Хоружая Т.А., Брызгалов В.А., Преденна Л.М., Короткова Е.И. (1991).

Методы биоиндикации и биотестирования в исследованиях пресноводных экосистем при аварийном экстремально высоком загрязнении. Методы и технические средства оперативного мониторинга качества поверхностных вод. С.-П.: Гидрометеиздат, с. 47-63.

7. Bihari N., Najdek M., Floris R., Batel R., Zahn R.K. (1989).

Sediment toxicity assessment using bacterial bioluminescence: effect of an unusual phytoplankton bloom. *Marine Ecol. Prog. Ser.* V. 57. №3. P. 307-310.

8. Bulich A.A. (1982).

A practical and reliable method for monitoring the toxicity of aquatic samples. *Process.Biochem.* V. 17. №2. P. 45-47.

9. Bulich A.A., Isenberg O.I. (1981).

Use of luminescent bacterial system for the rapid assay of aquatic toxicology. *Inst. Sos. Am. Trans.* V. 20. P. 29-33.

10. Bulich A.A., Tung K.-K., Scheibner G. (1990).

The luminescent bacteria toxicity test: its potential as an in vitro alternative. *J.Biolum. Chemilum.* V. 5. P. 71-77.

11. Williams L.G., Chapman P.M., Ginn T.C. (1986).

A comparative evaluation of marine sediment toxicity using bacterial luminescence, oyster embryo and amphipod sediment. *Marine Env.Res.* V. 19. №3. P. 225-249.

Резников В.М., к.т.н.
Степин Б.С., к.т.н.,
Рукин Э.И., зам. директора НПП
Экотехника, к.х.н.

ТЕЗИСЫ

Научно-производственное предприятие Экотехника специализируется на разработке и внедрении экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, выполнении работ по охране окружающей среды, создании специального оборудования.

Проводит весь цикл работ от научных исследований и проектирования до изготовления, поставки и монтажа оборудования.

Основные направления деятельности предприятия – очистка сточных вод, водоподготовка, обезвреживание отходов промышленных предприятий, производство насосов.

Предприятие серийно выпускает:

- комплекты оборудования компактных очистных сооружений для бытовых сточных вод малых населенных пунктов с численностью населения от 100 до 1000 человек, включающие насосную станцию, установку Биодиск, блоки доочистки и обеззараживания. Оборудование позволяет очищать воду до норм, позволяющих сброс в водоемы рыбохозяйственного назначения, работает при температуре окружающего воздуха до минус 40° С, не требует сооружения зданий;
- универсальные установки подготовки питьевой воды из подземных и поверхностных природных вод производительностью от 25 до 75 м³/ч, размещаемые в утепленных контейнерах и работающие в сложных климатических условиях;
- шланговые перистальтические насосы трех типоразмеров с подачей 1,4 -1,7; 8-10 и 30-50 м³/ч, позволяющие перекачивать агрессивные, высоковязкие, абразивные жидкости.

V.M. Reznikov, Cand. Tech. Sc.,
E.I. Rukin, Cand. Tech. Sc.,
B.S. Stepin, Cand. Tech. Sc.,

RESUME

The Research & Production Enterprise Ecotechnika specializes in developing and implementing environmentally clean and resource-saving technologies, performing environment protection works, and creating specialized equipment.

Ecotechnika realizes the complete cycle from research and design to manufacturing, supply and installation of the equipment.

The Ecotechnika's main areas of involvement are sewage purification, water treatment, treatment of industrial waste to make it harmless, production of pumps.

Ecotechnika quantity produces:

- complete sets of compact domestic sewage treatment facilities for small population centres with 100 to 1,000 residents, which include a pumping station, a Biodisk installation, re-treatment unit and disinfection unit. The equipment allows to make water so clean as to be suitable for the discharge into fishing basins; can operate at an ambient air temperature down to minus 40 degrees centigrade; does not require a building to house it;
- general-purpose drinking water treatment facilities using underground or surface natural waters, with a capacity of 25 cu m/hr to 75 cu m/hr, to be installed inside containers having a warmth-keeping jacket, and suitable for operation under severe climatic conditions;
- hose-type peristaltic pumps, in three type sizes having a capacity of 1.4 to 1.7 cu m/hr; 8 to 10 cu m/hr; and 30 to 50 cu m/hr, suitable for pumping corrosive, abrasive, and highly viscous liquids.

Научно-производственное предприятие Экотехника специализируется на разработке и внедрении экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, выполнении работ по охране окружающей среды, создании специального оборудования.

Проводит весь цикл работ от научных исследований и проектирования до изготовления, поставки и монтажа оборудования.

Основные направления деятельности предприятия – очистка сточных вод, водоподготовка, обезвреживание отходов промышленных предприятий, производство насосов.

Принципы работы предприятия – применение технологий, обеспечивающих простоту обслуживания и низкие энергозатраты, реализация наработанных типовых проектных решений, высокая заводская готовность и комплектность оборудования. Разработаны типовые комплекты оборудования, изготавливаемые серийно и поставляемые в виде готовых элементов или крупных монтажных блоков.

Такой подход позволяет свести к минимуму период проектирования, объемы и сроки строительных работ и монтажа.

КОМПАКТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ОЧИСТКИ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

НПП Экотехника серийно производит очистные сооружения на базе установки Биодиск для населенных пунктов, коттеджных поселков, баз отдыха и других объектов с численностью населения до 1000 человек. Для более крупных объектов может быть поставлено несколько установок, монтируемых на одной площадке.

Установки типа Биодиск успешно эксплуатируются в ряде стран Европы с 1975 г.

В установках Биодиск биологическая очистка стоков производится в аэробных условиях на погружных вращающихся дисковых биофильтрах. Диски, изготовленные из полиэтиленовой сетки, частично погружены в очищаемые стоки. Благодаря периодическому контакту поверхности дисков со сточными водами и воздухом на них самопроизвольно образуется и закрепляется биопленка из микроорганизмов, присутствующих в стоках.

The Scientific & Productive Company Ecotechnika specializes in development and introduction of environmentally beneficial and resourcesaving technologies, execution of environment protection projects, creation of dedicated equipment.

Ecotechnika covers the full range of services from research and designing through equipment manufacturing, delivery and mounting.

Ecotechnika is mostly involved in the areas of sewage treatment, water preparation, rendering harmless industrial wastes, and pump manufacturing.

We do our best to follow our guidelines which demand to use such technologies as provide easy maintenance and operation and low power consumption, to find the widest possible use for proven type designs, and to provide high factory readiness and integrity of the equipment. We have developed type sets of equipment that are quantity produced and could be supplied as off-the-shelf components or large mounting modules.

This approach allows us to minimize the design time as well as the volume and period of the construction and installation works.

COMPACT DOMESTIC SEWAGE TREATMENT SYSTEMS

Ecotechnika quantity produces sewage treatment systems (STS) based on the Biodisk unit for population centres, recreation areas or other projects with the population size of up to 1,000. For greater size projects, several installations can be allocated at the same site.

Installations of the Biodisk type has been successfully operated in a number of European countries since 1975.

In the Biodisk, biological purification of sewage is performed under aerobic conditions at the rotating immersion disk biofilters. Disks made of polyethylene mesh are partially immersed into the sewage to be purified. Periodic contacts between the disk surfaces and the sewage and air results in that a biofilm will spontaneously form and secure in place there, which consists of microorganisms that the sewage contains.

При увеличении толщины биопленки свыше 4-5 мм ее избыточная масса под действием силы тяжести отслаивается от дисков и оседает во вторичном отстойнике. На месте отслоившейся биопленки происходит нарастание новой.

В установках Биодиск отсутствуют воздуховодки и механические аэраторы. Они характеризуются низкими удельными расходами электроэнергии, высокой надежностью и отличаются от традиционных аэротенков уменьшением занимаемой площади, простотой обслуживания. Установки Биодиск допускают перерывы в подаче стоков длительностью до трех суток.

На рис. 1 представлена типовая технологическая схема очистных сооружений (ОС) биологической очистки бытовых сточных вод (СВ) на базе установки Биодиск.

After the biofilm gets thicker than 4 mm to 5 mm, its excessive weight will detach due to gravity from the disk to settle down in the secondary settler which is located downstream of the biozone.

Biodisk installations comprise no blowers or mechanic aerators, featuring low specific electric power consumption, high reliability and, unlike conventional systems, little required area and easiness of maintenance. With Biodisk installations, the longest admissible interruption of sewage supply is three days.

Fig. 1 shows a type flow diagram of a Biodisk unit-based system for biological purification of domestic sewage (DS).

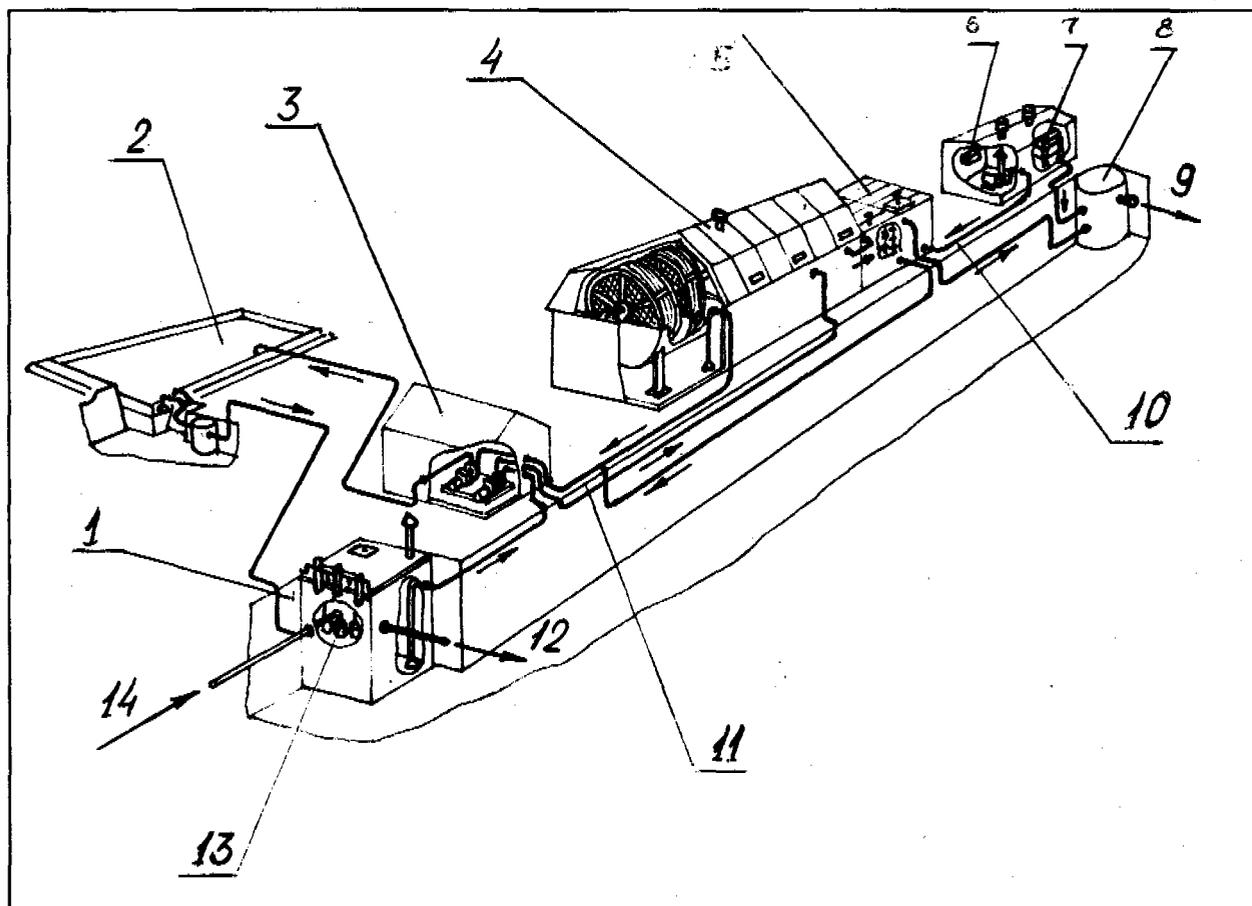


РИС.1 Технологическая схема очистных сооружений на базе установки Биодиск: (1) приемный резервуар; (2) иловые площадки; (3) насосная станция; (4) установка Биодиск; (5) блок доочистки; (6) электрощитовая; (7) блок обеззараживания; (8) контактный резервуар; (9) очищенная вода; (10) воздух; (11) слив осадка; (12) аварийный слив; (13) песколовка; (14) Подача СВ.

FIG. 1 Biodisk Unit-Based Purification Works: (1) Receiving Tank; (2) Sludge Area; (3) Pumping Station; (4) Biodisk Unit; (5) Re-Treatment Unit; (6) Switchboard; (7) Disinfection Unit; (8) Contact Tank; (9) Purified Water; (10) Air; (11) Sediment Discharge; (12) Emergency Discharge; (13) Sand Trap; (14) Sewage Feed

Сточная вода поступает самотеком или по напорному трубопроводу в приемный резервуар-усреднитель, снабженный решеткой и песколовкой, и подается насосом в установку Биодиск. В установке многосекционная биозона смонтирована в одном корпусе с первичным и вторичным отстойниками. В первичном отстойнике отделяются механические примеси, в биозоне процесс очистки осуществляется микроорганизмами на вертикально расположенных дисках и во вторичном отстойнике СВ освобождаются от избыточной биопленки.

Осветленная вода, содержащая в основном растворенные органические загрязнения, самотеком поступает в блок доочистки (установку глубокой очистки), который предназначен для доведения СВ, прошедших биологическую очистку на установке Биодиск, до нормативов, позволяющих сброс в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Параметры исходных СВ и очищенной воды приведены в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Показатели	Исходные СВ	Вода после установки биодиск	Вода после блока доочистки
Взвешенные вещества, мг/л	350	20	3
Биохимическая потребность в кислороде БПК _{полн'} , мгО ₂ /л	350	20	3
Нитриты, мг /л	-	-	менее 0,1
Нитраты, мг/л	-	-	менее 10
Аммонийный азот, мг/л	-	-	менее 1

TABLE 1

Indicators	Initial Sewage	Biodisk Treated Water	Re-treated Water
Suspended Matter, mg/l	350	20	3
Biological Oxygen Demand, mg O ₂ /l	350	20	3
Nitrites, mg/l	-	-	below 0,1
Nitrates, mg/l	-	-	below 10
Ammonium Nitrogen, mg/l	-	-	below 1

Очищенная до требуемых параметров вода поступает в контактный резервуар, сюда же из блока обеззараживания подается дезинфицирующий раствор - гипохло-

DS will flow by gravity or through a pressure pipeline into a receiving blender tank equipped with a screen and a sand trap to be then pumped into a Biodisk unit. The unit includes a multi-section biozone which is made as a unit with a primary and secondary settlers. The primary settler will remove mechanical impurities; in the biozone there are microorganisms spontaneously distributed over vertical disks, which will perform the purification; and the secondary settler will remove excessive biological film from DS.

The clarified water mostly containing dissolved organic impurities will flow by gravity into the Re-Treatment (thorough purification) Unit which is intended for making the quality of DS biologically treated by a Biodisk unit so high as to meet the standards applicable to water suitable for discharge into fishing basins.

Table 1 shows the initial sewage and purified water specifications.

After the water is purified to meet the required standards, it will flow into a contact tank to react with sodium hypochlorite, a disinfectant solution supplied from the Disin-

рит натрия, причем его расход коррелируется с расходом СВ с помощью автоматической дозирующей установки. После выдержки в контактном резервуаре в течение 30 мин. очищенная и обеззараженная вода отводится самотеком из очистных сооружений.

Осадок из первичного отстойника и избыточная биопленка из вторичного отстойника по мере заполнения отстойников (в среднем – один раз в три-четыре месяца) откачиваются насосом на иловые площадки или вывозятся ассенизационной машиной. Обезвоженный ил после компостирования может использоваться как удобрение.

В зависимости от рельефа местности и уровня грунтовых вод очистные сооружения могут находиться на поверхности земли или заглубляться в грунт.

Очистные сооружения поставляются в виде готовых изделий или монтажных блоков, которые могут транспортироваться как по железной дороге, так и автотранспортом. Конструкция оборудования позволяет эксплуатировать очистные сооружения на открытом воздухе при температуре до минус 40° С без строительства специальных зданий.

fection Unit in the amount correlated with the amount of DS by means of an automatic metering device. After a 30-minute reaction inside the contact tank, the purified and disinfected water will flow by gravity from the system.

The sediment from the primary settler and as the secondary settler of the Biodisk unit is filled up with excessive biofilm (which will happen, on the average, every three or four months), the film will be pumped out to a sludge area or removed using sewage disposal vehicles. Dewatered and made into compost, the sludge is suitable for use as a fertilizer.

Depending on the local terrain and the level of underground waters, the Sewage Treatment System can be ground installed or buried.

The scope of supply includes complete systems or system modules transportable by rail or road. You can use the system outdoors at the temperature down to minus 40 degrees centigrade without special buildings to house it.

The Biodisk Unit (Fig. 2) includes a ferroconcrete or metal tank 1 which comprises a primary and secondary settlers, biozones 3 inside which the biological purification takes place,

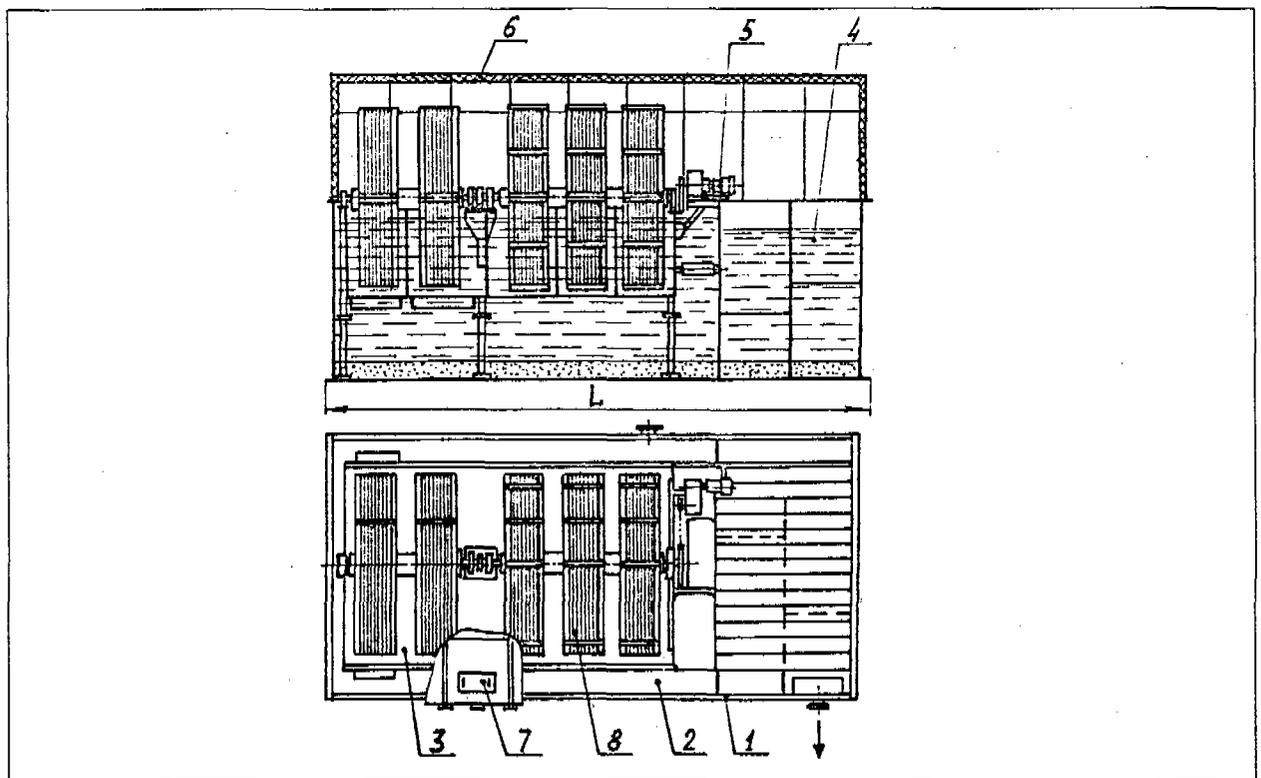


РИС.2 Схема установки Биодиск: 1. Резервуар; 2. Первичный отстойник; 3. Биозона; 4. Вторичный отстойник; 5. Привод; 6. Крышка; 7. Люки для выгрузки осадка из первичного и вторичного отстойника; 8. Дисковый биофильтр
 FIG. 2 Biodisk Unit: 1. Tank; 2. Primary Settler; 3. Biozone; 4. Secondary Settler; 5. Drive; 6. Cover; 7. Man-holes to remove sediment from primary & secondary settlers; 8. Disk Biofilter

Установка Биодиск (рис.2) состоит из железобетонного или металлического резервуара 1, включающего первичный 2 и вторичный 4 отстойники, биозоны 3, внутри которой осуществляется биологический процесс очистки, дисковых биофильтров 8, приводной системы 5 и утепленной крышки 6. Исходная СВ проходит через первичный отстойник, в котором осаждаются 50-70% взвешенных веществ, и поступает в биозону. Биозона с помощью вертикальных перегородок разделена на пять-семь одинаковых секций, в каждой из которых находится

disk biofilters 8, a drive system 5, and a cover with a warmth-keeping jacket 6. The initial sewage will flow through the primary settler 2 where 50% to 70% of suspended matter will settle down and further on to the biozone. There are vertical partitions dividing the biozone into five to seven similar sections each containing several tens of disks made of polyethylene mesh and fastened on to the rotor. The rotor is driven by an electric motor through a worm gear and a chain gear.

Table 2 show the main specifications of the Biodisk installations.

TABLE 2

Description	БД100	БД350	БД1000
Rated capacity, cu m/day	18-20	60-70	180-200
Conv. Number of Residents	100	350	1000
Overall Dimensions, m: length	6,9	9,2	16,0
width	3,1	4,3	4,3
height	3,4	4,7	4,7
Power of Motor, kW	0,75	1,5	2,2
Power of Voltage, V	380	380	380
Disk Diameter, m	1,86	3	3
Number of Disks	130	200	462
Rotor Speed, RPM	1,0	0,5	0,5

несколько десятков дисков, выполненных из полиэтиленовой сетки и закрепленных на роторе. Ротор приводится во вращение от электродвигателя через червячный редуктор и цепную передачу.

Основные технические характеристики установок Биодиск приведены в табл. 2.

The design of the Biodisk unit is based on the technical solutions and documentation of the Techproject firm (Croatia) whose installations have been successfully operating in a number of countries for the last 20 years.

In the Re-Treatment Unit (Fig. 3), water will undergo filtering and additional biological

ТАБЛИЦА 2.

Технические характеристики	БД100	БД350	БД1000
Производительность номинальная, м ³ /сутки	18-20	60-70	180-200
Условная численность населения, чел.	100	350	1000
Габаритные размеры, м: длина	6,9	9,2	16,0
ширина	3,1	4,3	4,3
высота	3,4	4,7	4,7
Мощность электродвигателя, кВт	0,75	1,5	2,2
Напряжение питания, В	380	380	380
Диаметр дисков, м	1,86	3	3
Количество дисков, шт	130	200	462
Скорость вращения ротора установки, об/мин	1,0	0,5	0,5

В основу конструкторской документации установки Биодиск положены технические решения и документация фирмы Техпроект (Хорватия), установки которой успешно эксплуатируются в ряде стран в течение последних 20 лет.

В блоке доочистки (рис.3) осуществляется фильтрация воды и ее дополнительная биологическая очистка на ершовой загрузке. Показатели воды до и после блока доочистки приведены выше (табл.1.). Конструктивно блок доочистки разделен на две идентичные секции, которые могут работать последовательно и параллельно. Каждая секция состоит из камеры аэрации 4 для насыщения воды кислородом воздуха при помощи механического аэратора 1 и камеры 5 с ершовой загрузкой 3.

purification using scraper media. The above Table 1 gives the characteristics of the water upstream and downstream of the Re-Treatment Unit. As for its design, this unit contains two identical sections which can operate both in series and in parallel. Either section comprises an aeration chamber 4 for saturating the water with atmospheric oxygen using a mechanical aerator 1 and a chamber 5 containing the scraper media 3.

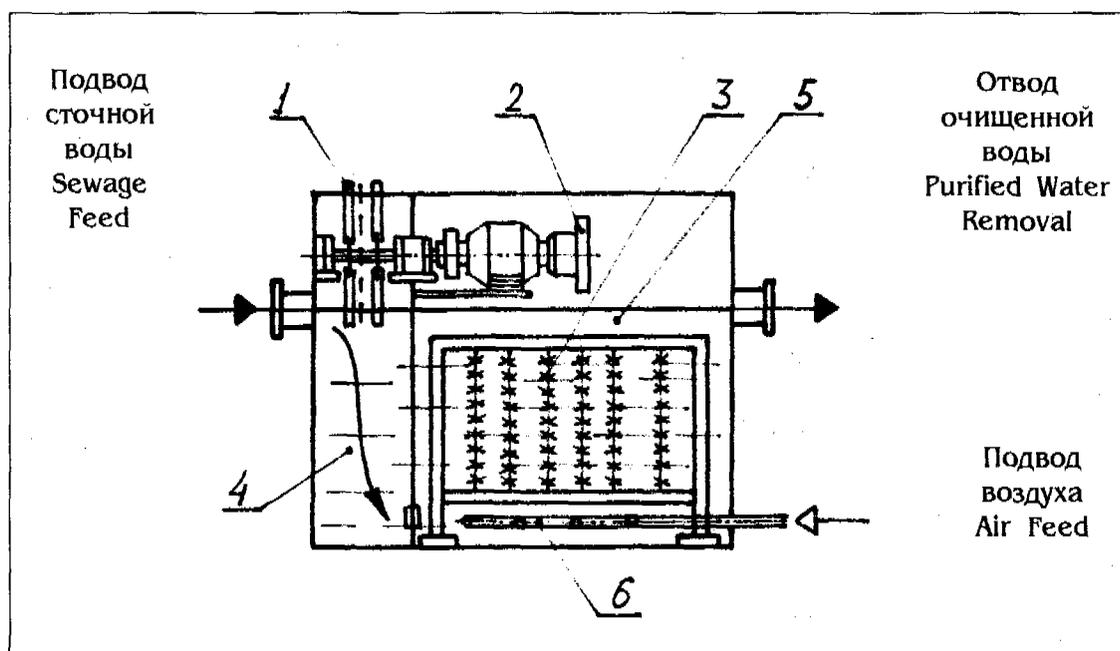


РИС.3 Схема блока доочистки: 1. Аэратор; 2. Привод; 3. Ершовой загрузка; 4. Камера аэрации; 5. Камера очистки воды; 6. Коллектор подвода воздуха

FIG. 3 Re-Treatment Unit; 1. Aerator; 2. Drive; 3. Scraper Media; 4. Aeration Chamber; 5. Water Purification Chamber; 6. Air Feed Collector

Периодически, с интервалом 2 – 7 суток, осуществляют водо-воздушную промывку ершовой загрузки с помощью компрессора.

В табл. 3 приведены основные технические характеристики блоков доочистки трех типоразмеров.

Periodically, with an interval of 2 to 7 days, the scraper media should be flushed out with water and air using a compressor included in the scope of supply.

Table 3 shows the main specifications of the three re-treatment unit type sizes.

TABLE 3

DESCRIPTION	BO 100	BO 350	BO 1000
Capacity, cu m/day	20	70	200
Overall Dimensions, m:	length	2.2	3.0
	width	3.1	4.3
	height	2.1	2.9
Weight, kg	2800	4200	4800
Power of Aerator Drive, kW	2.2	2.2	2.2

ТАБЛИЦА 3

Технические характеристики	BO 100	BO 350	BO 1000
Производительность, м ³ /сутки	20	70	200
Габаритные размеры, м	длина	2.2	3.0
	ширина	3.1	4.3
	высота	2.1	2.9
Масса, кг	2800	4200	4800
Мощность привода аэратора, кВт	2.2	2.2	2.2

Блок обеззараживания предназначен для приготовления и автоматического дозирования дезинфектанта – гипохлорита натрия в воду после ее очистки в установке Биодиск и блоке доочистки. Блок обеззараживания монтируется в утепленном блок-боксе с габаритами 4×3×3 м и включает электролизную установку для получения гипохлорита натрия, комплект емкостей из полимерных материалов и систему автоматической подачи дезинфектанта.

Насосная станция предназначена для подачи СВ из резервуара-усреднителя в установку Биодиск. Для установок на 100 – 350 человек НПП Экотехника поставляет самовсасывающие шланговые (перистальтические) насосы производительностью 1,7 м³/ч. Насосы включаются в работу и отключаются по сигналам от датчиков уровня, расположенных в резервуаре-усреднителе. Насосная станция смонтирована в утепленном блок-боксе с габаритами 4×3×3 м. Для установок на 1000 и более человек используются погружные канализационные насосы.

Электрооборудование очистных сооружений включает электрические пульты для всех электроприводов, входящих в комплект поставки.

The Disinfection Unit is intended for preparing and automatically metering the disinfectant, sodium hypochlorite, when adding it to the water after its purification is completed by the Biodisk Unit and the Re-Treatment Unit. The Disinfection Unit is installed inside a modular box measuring 4 m by 3 m by 3 m protected with a warmth-keeping jacket.

The Disinfection Unit consists of an electrolysis unit to produce sodium hypochlorite, a set of vessels made of polymer materials, and automatic feeding the disinfectant.

The Pumping Station is intended for feeding the sewage from the blender tank into the Biodisk Unit. For installations for 100 to 350 users, Ecotechnika supplies self-priming hose-type (peristaltic) pumps for the capacity of 1.7 cu m/hr. The pumps will turn on and off responding to signals coming from the level gauges mounted in the blender tank. The Pumping Station is installed inside a modular box measuring 4 m by 3 m by 3 m protected with a warmth-keeping jacket. With installations for 1,000 and more users, immersion pumps are used.

The electric equipment of the purification works comprises control panels for all the electric drives included in the scope of supply.

Системы управления обеспечивают автоматическую работу насосной станции, дозирование дезинфектанта, отключение электродвигателей при перегрузках.

Использование в составе очистных сооружений полного комплекта или только основных из перечисленных элементов зависит от требований к очищенной воде и других условий конкретного объекта.

Выполнение полного цикла работ, включающего изготовление и поставку оборудования, его монтаж на подготовленной площадке, занимает 4-5 месяцев.

УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Для подготовки питьевой воды из подземных или поверхностных вод выпускаются универсальные установки ЭКА, позволяющие обеспечить питьевой водой вахтовые поселки, базы отдыха, коттеджные поселки и другие малые объекты, не имеющие централизованного водоснабжения.

Установки очищают воду от железа, марганца, солей жесткости, следов нефтепродуктов и других загрязнений, а также обесцвечивают и обеззараживают воду.

Выпускаются установки двух типоразмеров: ЭКА-25 и ЭКА-75 производительностью соответственно 25 и 75 м³/сутки. Каждая установка размещается в одном контейнере размером 3х6х3 м. Установка ЭКА-75 имеет дополнительную емкость для чистой воды, находящуюся вне контейнера.

The control systems will provide for the automatic operation of the pumping station, metering of the disinfectant, as well as turning the motors off in case of overload.

Whether a complete purification system or only its above mentioned main components should be selected will depend on the required characteristics of the purified water and other conditions available at a specific project.

Performing a complete cycle of works including the manufacturing and supply of the equipment and its installation on a preliminarily prepared site will take 4 to 5 months.

DRINKING WATER TREATMENT UNITS

For the treatment of drinking water using underground or surface waters, we produce the general-purpose units ЭКА which allow to provide drinking water for rotating-shift settlements, recreation establishments, cottage areas and other smaller centres of population which have no centralized water supply available.

The units will clean water from iron, manganese, hard salts, traces of petroleum products or other impurities, as well as decolourize and disinfect it.

There are two type sizes produced: ЭКА-25 and ЭКА-75, with a capacity of 25 cu m/day and 75 cu m/day, correspondingly. Either unit is mounted inside one container measuring 3 m by 6 m by 3 m. The ЭКА-75 unit has an additional clean water tank installed outside of the container.

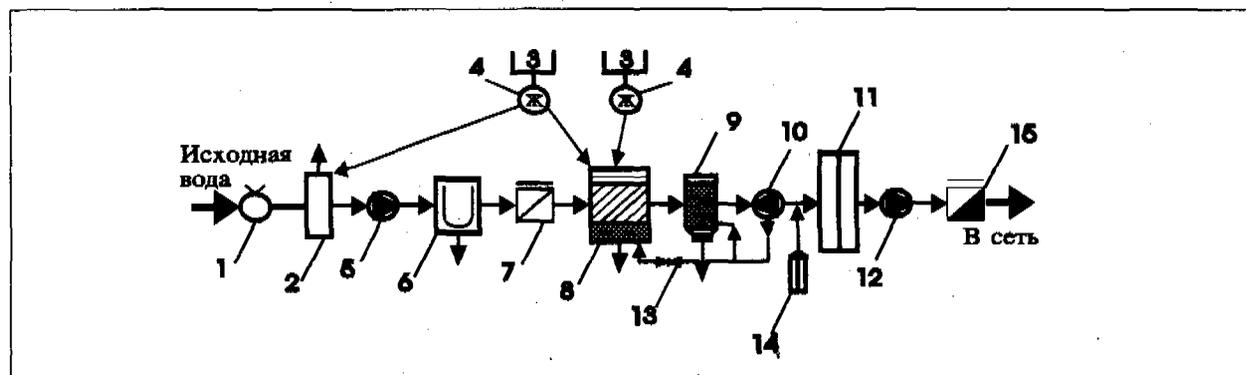


РИС. 4. Технологическая схема установки ЭКА

FIG. 4 The ЭКА Unit: Flow Chart: 1. Ejector; 2. Gas Separating Tank; 3. Reagent Tank; 4. Metering Pumps; 5. Electric Pump; 6. Screen Filter; 7. Flow Switch; 8. Clarification & Filtering Module; 9. Sorption Filter; 10. Flushing Electric Pump; 11. Clean Water Tanks; 12. Water Supply Electric Pump; 13. Flushing Valve; 14. Disinfection Unit; 15. Water Meter

Технологическая схема установок (рис. 4) унифицирована и позволяет в зависимости от качества исходной воды осуществлять очистку безреагентным способом или с применением реагентов.

В исходной воде, поступающей на очистку, допускаются следующие загрязнения:

подземные воды:

железо всех формдо 50 мг/л;
марганецдо 2 мг/л;
жесткостьдо 20 мг-экв/л;
фтордо 7 мг/л;
мышьякдо 0,3 мг/л;
антропогенные примеси,
нефтепродукты в зависимости
..... от форм.

поверхностные воды:

взвешенные вещества ...до 2000 мг/л;
цветностьдо 300 град.

Очищенная вода отвечает требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Установка работает в автоматическом режиме, она размещена в утепленном контейнере и может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха до минус 45° С.

ШЛАНГОВЫЕ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЕ НАСОСЫ

Принцип действия перистальтического шлангового насоса прост. В корпусе насоса полукольцом уложен эластичный шланг, концы которого закреплены в патрубках всасывающей и напорной линий (рис. 5). Внутри корпуса на роторе установлены два башмака. При вращении ротора башмак набегает на шланг, полностью пережимает его и выталкивает содержимое шланга в направлении вращения. За башмаком создается вакуум и перекачиваемая среда всасывается в насос, где контактирует только с внутренней поверхностью шланга. Насосы НП перекачивают щелочи, кислоты, маслобензиновые смеси, пастообразные, пенообразующие и любые другие среды. В перекачиваемых средах допускается наличие твердых частиц размером до 15% от

The unit's flow chart (Fig. 4) is unified allowing to perform water purification with or without using reagents depending on the quality of source water.

The source water to be purified is admitted to contain the following impurities:

underground waters:

iron, all forms ax. 50 mg/l;
manganese ax. 2 mg/l;
hardness ax. 20 mg-equiv.;
fluorine ax. 7 mg/l;
arsenic ax. 0.3 mg/l;
anthropogenic impurities,
petroleum products depending on the
..... form;

surface waters:

suspended matter ax. 2,000 mg/l;
colour ax. 300 degrees.

The purified water will meet the requirements of the GOST 2874-82 «Drinking Water» standard.

The unit will operate in an unattended mode. It is placed inside a container equipped with a warmth-keeping jacket and can be used at the temperature outdoors down to minus 45 degrees centigrade.

HOSE-TYPE PERISTALTIC PUMPS

A hose-type peristaltic pump embodies a simple principle. Inside the pump's body there is an elastic hose laid in the semi-circle form, the ends of the hose being secured to the connections of the suction and discharge lines (Fig. 5). Inside the body there are two shoes mounted on the rotor. As the rotor rotates, the shoe will run on the hose to completely pinch it propelling the contents onwards to the direction of rotation. Vacuum is generated after the shoe, and the medium being pumped will be sucked into the pump where it will contact only with an internal surface of the hose. The НП pumps can deliver alkali, acids, oil and petrol mixtures, paste-like, foam-generating and any other media. The medium to be pumped is admitted to contain solid particles measuring up to 15% of the hose internal

внутреннего диаметра шланга. При пережатии шланга башмаком они утапливаются в его мягкую поверхность, не повреждая ее, а затем вымываются потоком. В зависимости от вида перекачиваемой жидкости насосы комплектуются специальными шлангами.

diameter: when the hose is pinched by the shoe, the solid particles will sink into the soft surface of the hose without damaging it to be washed out by the flow later on. Depending on the liquid to be pumped, the pumps will be equipped with special hoses.

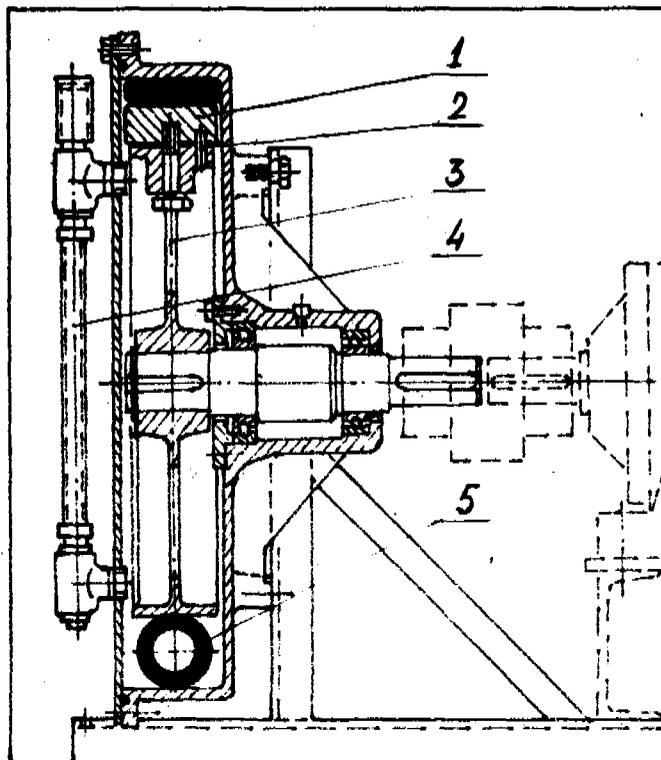


РИС.5 Схема перистальтического шлангового насоса: 1. Башмак; 2. Штифт; 3. Ротор; 4. Уровень глицерина; 5. Шланг

FIG. 5. The Hose-Type Peristaltic Pump: 1. Sliding shoe; 2. Shim; 3. Rotor; 4. Lubricant level ; 5. Pump hose

Для уменьшения трения и отвода тепла корпус насоса частично заполнен глицерином.

For reducing friction and removing the heat, the pump body is partly filled with glycerine.

НПП Экотехника выпускает насосные агрегаты трех типоразмеров, технические характеристики которых приведены в табл. 4.

Ecotechnika produces three pump type sizes with characteristics given in Table 4.

ТАБЛИЦА 4.

Насосный агрегат	НП-25	НП-50	НП-100
Подача, м ³ /ч	1.4÷1.7	8÷10	3÷50
Давление нагнетания, МПа	1.5	1.5	1.5
Мощность, кВт	2.2	7.5	15
Габаритные размеры, мм	500×370×700	1400×800×800	1660×1550×1500
Ресурс шланга в зависимости от свойств среды, ч	1000÷4000	1000÷4000	1000÷4000
Масса, кг	100	450	1200
Исполнение	Обычное или взрывобезопасное		

TABLE 4.

Pump Unit	НП-25	НП-50	НП-100
Capacity, cu m/hr	1.4÷1.7	8÷10	3÷50
Discharge Pressure, MPa	1.5	1.5	1.5
Power, kW	2.2	7.5	15
Overall Dimensions, mm	500×370×700	1400×800×800	1660×1550×1500
Hose Service Life, depending on media, hr	1000÷4000	1000÷4000	1000÷4000
Weight, kg	100	450	1200
Design	Standard or explosion-proof		

Если необходимо дозирование подачи, то насосы в комплекте с блоком управления частотой вращения ротора и счетчиком моточасов обеспечивают высокую точность (до 1,5%) дозирования. При постоянных оборотах насос обеспечивает стабильную подачу, даже если параметры перекачиваемой среды на входе меняются.

Преимущества перистальтических шланговых насосов по сравнению с другими типами насосов были выявлены при эксплуатации на очистных сооружениях Люберецкой станции аэрации в Москве. Здесь в системе механической очистки воды для перекачивания осадка используются 30 насосов НП-100 наряду с установленными ранее плунжерными насосами. В процессе подконтрольной эксплуатации выявились низкие производственные затраты на обслуживание перистальтических насосов. В зависимости от условий установки соединительные патрубки на корпусе насоса могут быть предусмотрены в нужном направлении – вверх, вниз, влево, вправо, – что упрощает трубную обвязку, исключая тем самым образование застойных зон и засорение проточной части насоса. Очистка шланга и трубной обвязки производится изменением направления вращения ротора.

Простота конструкции насоса и большой срок службы шланга практически исключает регулярное техническое обслуживание. Оно сводится только к периодическому внешнему осмотру. Регламентная замена шланга, срок службы которого при работе

When a metered feed is necessary, the pumps completed with a rotor speed control unit and a motor-hour counter will provide highly accurate (1.5%) metering. If the speed is constant, the pump will provide a stable feed even when the inlet parameters of the medium being pumped vary.

The advantages of hose-type peristaltic pumps as compared with other pump types showed itself during the operation at the purification works of the Lyubertsy aeration station in Moscow. Out there, 30 pumps НП-100 are used for pumping the sediment in the mechanical water treatment system along with previously installed plunger pumps. Relatively low service costs of the peristaltic pumps were found. Depending on the installation conditions, connection pipes can have a proper direction – upwards, downwards, to the left, to the right – which simplifies the piping thus excluding the formation of stagnant zones and choking of the pump's flow passage. Clearing of the hose and piping is done by reversing the rotor's rotation.

The simple design of the pump and long service life of the hose will practically eliminate the need of regular maintenance which will only include periodical visual inspection. Scheduled replacement of the hose – whose service life when operating on the sediment will be about 3,000 hours – will not require to dismantle the pump and will take one hour at maximum. Unlike plunger pumps, the НП pumps are fully leak-proof, and so there

на осадке составляет около 3000 часов, не требует демонтажа насоса и занимает не более часа. Благодаря полной герметичности насосов НП в отличие от плунжерных, при их запуске нет необходимости в удалении воздуха из всасывающей магистрали. Насосы могут откачивать жидкость со дна глубоких колодцев без предварительного заполнения всасывающей линии.

Шланговые перистальтические насосы работают в режиме дозаторов в системах водоподготовки для подачи флокулянтов, на химических предприятиях для перекачивания агрессивных сред. В этих условиях проявляется еще одно их важное преимущество: отсутствие уплотнений в проточной части полностью исключает потери перекачиваемого продукта.

Серийное производство оборудования НПП Экотехника начато в 1991-92 г. Сегодня это оборудование находит своего потребителя в России и СНГ.

Насосы НП успешно эксплуатируются на станции аэрации в г. Люберцы, на ТЭЦ в г. Волгограде, Волжском, П.Новгороде, в водоканализационных хозяйствах г. Владивостока, Кемерово, на Запорожском автозаводе, в керамической (ПО «Стройкерамика» г. Аксай), химической (ПО «Химволокно» г. Мытищи, ПО «Орскнефтеоргсинтез») отраслях промышленности и на многих других предприятиях.

Головные образцы установки ЭКА эксплуатируются с 1993 г. на севере Томской области (Сибирь).

Более 20 комплектов очистных сооружений НПП Экотехника поставлены на объекты в различных климатических поясах России, Грузии, Казахстана.

is no need to remove air from the suction manifold during the start-up. The pumps can pump out liquid from the bottom of deep wells without preliminarily filling up the suction line.

The hose-type peristaltic pumps can operate as metering pumps for feeding flocculants in the water treatment systems, or for feeding corrosive media at chemical plants. Those are the conditions that reveal another of their important advantages: there are sealings in the flow passage which completely excludes the losses of the medium being pumped.

Ecotechnika started a quantity production of the equipment in 1991-1992. Today we enjoy having customers both in Russia and other member countries of the CIS.

The НП pumps have been successfully operating at an aeration station in Lyubertsy, heat-and-electricity generating plants in Volgograd, Volzhsky, Nizhny Novgorod, at the sewage facilities in Vladivostok, Kemerovo, at a motor-car factory in Zaporozhye, as well as in the ceramics (PO Stroykeramika, Aksai), chemical (PO Khimvolokno, Mytishchi; PO Orsknefteorgsintez) and many other industries.

The preproduction ЭКА units are in operation since 1993 in the North of the Tomsk region (Siberia).

Over 20 complete sets of the purification facilities by Ecotechnika have been supplied to projects located in different climatic areas in Russia, Georgia, and Kazakhstan.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДА
СОКРАЩЕНИЕ СОЛЕВОЙ НАГРУЗКИ В СИСТЕМАХ
ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кузнецов Олег Юрьевич , доктор технических наук.

МосводоканалНИИпроект

Настоящая работа представляет некоторые приемы организации бессточной системы технического водоснабжения промышленного предприятия, отличительной особенностью которой является экономически и экологически допустимая солевая нагрузка на замкнутые водооборотные циклы. Принцип построения таких систем основан на замкнутом использовании техно-генных солей и удалении в окружающую среду естественным путем ионов природного происхождения на экологически безопасном уровне. Для количественной оценки этого подхода предложен показатель предельной экологически допустимой антропогенной солевой нагрузки на замкнутую систему.

Показаны пути создания на предприятии локальных замкнутых циклов регенерации ионнообменных установок и утилизации продувочных вод парогенераторов. Для сокращения количества минеральных солей, вносимых в процессе кондиционирования сточных вод для повторного использования и исключения отрицательного влияния на окружающую среду хлора, предложен биоцидный полиэлектролит. Полиэлектролит обладает в водной среде биоцидными и фокусирующими свойствами, нетоксичен, не накапливается в организме человека, не вызывает аллергических явлений, разрешен в рабочих дозах для открытых систем технического водоснабжения.

В заключении сформулированы основные принципы минимизации техногенной солевой нагрузки в замкнутых системах технического водоснабжения промышленных предприятий.

KEEPING DOWN SALT LOADING IN WATER SUPPLY SYSTEMS

FOR INDUSTRIAL NEEDS

O.J.Kuznetsov, Doctor Sci. (Engineering)
MOSVODOKANALNIIPROJECT

Some methods of setting up closed systems of water supply for industry are presented in this report. The system's distinguishing feature is its economically and ecologically allowable salt loading on closed water circulation cycles.

Setting up such systems bases on closed use of technogenic salts as well as the removal of natural origin ions at ecologically safe level to the environment.

For quantitative assesement of the above approach a salt load index was introduced to show limiting ecologically allowable load on a closed system. Different approaches to setting up in industry at local level closed regeneration cycles for ion exchange units and used water utilization techniques for steam generators were outlined.

A biocidic polyelectrolyte was suggested to reduce reusable mineral salts content in sewage waters after conditioning and rule out negative environmental influence of chlorine. When added to water the suggested polyelectrolyte exhibits biocidic and flocculant properties and does not behave like toxic agent. Besides, it does not either build up in a human body or cause allergic symptoms. To top it all, it is allowed to be added into open industrial water supply systems in technological amounts.

In colnclusion, basic principles to minimize technogenic salt loading in closed industrial water supply systems are stated.

КОМПАКТНЫЕ УСТАНОВКИ ГЛУБОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОДУЛЬНОГО ТИПА.

Меерович Иосиф Абрамович, ТОО
ПСФ "Специнжстройэкология"

Эль Юрий Федорович,
к.т.н., МосводоканалНИИпроект

Применение широко распространенных технологий очистки и доочистки сточных вод оказывается недостаточным для обеспечения нормативных требований, соответствующих качественным показателям рыбохозяйственных водоемов, предъявляемых в настоящее время органами охраны природы РФ к качеству воды сбрасываемой в открытые водоемы. Фирмой "Специнжстройэкология" совместно с институтом МосводоканалНИИпроект разработаны, изготавливаются и распространяются компактные установки глубокой биологической очистки модульного типа, заводского изготовления (производительность одного модуля 200 м³/сутки), использующие новую экологически чистую технологию, позволяющую осуществить очистку бытовых сточных вод до современных требований.

Установки изготавливаются из металла и комплектуются необходимым оборудованием в заводских условиях, затем приводятся и монтируются на месте, что значительно сокращает сроки введения их в эксплуатацию. Максимальное количество монтируемых модулей на одной площадке - 6 шт. Расчетные концентрации загрязнений в исходной воде: БПК_{полн} - 500 мг/л, взвешенные вещества - 300 мг/л, аммонийный азот - 30 мг/л, фосфор общий - 5 мг/л. Допускается незначительное содержание в исходной воде загрязнений промышленного происхождения. Установка состоит из пяти крупноблочных элементов: емкость предварительной подготовки, емкость биологических реакторов очистки воды, емкость для отделения от воды рециркулирующего активного ила, емкость биологического реактора доочистки, емкость для дезинфекции воды. Первые три емкости монтируются в единый комплекс очистки

воды на месте, емкости доочистки и дезинфекции устанавливаются раздельно.

COMPACT MODULAR TYPE PLANTS FOR THE BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTEWATER

I.A. Meerovich, Spetsinzhstroiekologia
Ltd.

Yu.F.El, Cand.Sci.(Engineering),
MOSVODOKANALNIIPROJECT

On the basis of the technology
developed by

MOSVODOKANALNIIPROJECT
Institute SPETSINZHSTROIEKOLOGIA

Company manufactures compact modular type plants for the tertiary treatment of biologically treated effluents (unit capacity is 200 m³/day). These plants provide for the improvement of the quality of domestic effluents to the level which meets the demands set for fish-breeding water bodies.

The complete sets of the plants made of metal are delivered and assembled on site thus providing for the decrease of the start up period. The rated pollutant concentrations in the raw water are the following: total BOD - 500 mg/l; suspended solids - 300 mg/l; ammonia nitrogen - 30 mg/l; total P - 5 mg/l.

Small concentrations of industrial wastes in the raw water is acceptable. The original design incorporates the environmentally friendly technology of wastewater treatment which includes a combination of biological reactors with both freely floating and fixed microorganism biocenoses. The entire aerated zones and aerobic bioreactors are equipped with an air supply POLYPOR system; whereas the reactors with the fixed biocenosis are equipped with POLYBOM polymer filler made by Russian Company ETEK Ltd.

High Efficient Technology for the Treatment of Storm (Rain, Snow, Melted Water), Irrigation, Wash Waters and Sludge Disposal

N.P.Paldyaeva, I.V.Malinina, B.A.Vaisfeld, P.P.Palgunov,
G.P.Varyushina

MOSVODOKANALNIIPROJECT

Nowadays the problem of the protection and conservation of the water resources subject to the urbanization effects and human-induced impact is very urgent.

Water resources which include rivers and water bodies receive domestic and industrial wastewater together with surface runoff which is formed from atmospheric precipitation (rain, snow), watering and washing in the process of tidying up the territories.

MOSVODOKANANIIPROJECT

Institute has developed and patented a set of facilities for the collection and treatment of atmospheric (storm, snow, melted water), irrigation, wash water and sludge. The new technology is based on the mechanical and sorbtion methods; the facilities include a regulating tank and filters with various filtering media.

Treated effluent can be used for watering territories and plants, recharging closed water systems, in boilers, for the local needs of the treatment plants; likewise they can be discharged into the water bodies since the residual pollutant

concentrations satisfy the limits set for fish-farming water bodies.

The suggested technology solves the problem of snow melting thus allowing to operate the treatment facilities all the year round; in addition the costs of snow removal from the territory of the plants decrease. The sludge moisture content after treatment is 40% which allows to take it out in open trucks. The space requirements are 0.5 - 0.8% of the catchment area; potable water saved goes up to 100 m³/day per 1 ha.

Совместное использование подземных и поверхностных вод в системе водоснабжения"

Печников Владимир Георгиевич.

кандидат химических наук

МосводоканалНИИпроект

Великанов Александр Львович, доктор технических наук, профессор

Институт водных проблем Российской Академии наук

Наиболее радикальным способом повышения надежности водообеспечения крупных городов является использование двух или нескольких независимых источников водоснабжения. При этом достигается несколько целей, повышающих надежность функционирования системы водоснабжения как с точки зрения обеспечения количественных показателей системы, так и с точки зрения формирования качества питьевой воды.

Так, для водоснабжения города Москвы в ближайшей перспективе предполагается привлечение подземных вод периферийных районов Московского региона в совместном и компенсационном режимах с существующими поверхностными источниками водоснабжения.

Известно, что подземные воды являются более защищенными от кратковременных антропогенных воздействий; напротив, поверхностные воды с этой точки зрения значительно более уязвимы. На водосборе поверхностных источников осуществляются практически все виды хозяйственной деятельности, поэтому вероятность аварийных ситуаций, приводящих к загрязнению воды, велика. Предлагается в период загрязнения сокращать водозабор из поверхностных источников и компенсировать это сокращение увеличением водоподачи из подземных источников.

Введение в эксплуатацию подземных водозаборов позволяет на соответствующую величину сократить водозабор из поверхностных источников, при этом увеличивается время пребывания воды на очистных сооружениях водопровода, что приводит к улучшению очистки воды и повышению качества питьевой воды, подаваемой в сеть.

Ряд параметров качества воды при смешении подземных и поверхностных вод значительно улучшается. Так, улучшаются показатели по мутности, цветности воды, улучшается микроэлементный

состав, нормализуется содержание фтора и некоторых других ингредиентов.

В докладе приведены количественные характеристики повышения надежности системы водоснабжения при совместном использовании подземных и поверхностных вод.

COMBINED USE OF SURFACE AND UNDERGROUND WATERS IN WATER SUPPLY SYSTEMS

V.G.Pechnikov, Cand.Sci.(Eng.),

MOSVODOKANALNIIPROJECT

A.L.Velikanov, D.Sc.(Engineering),

Institute of Water Problems,
Russian Academy of Sciences

Water supply from two or more independent sources seems to be most radical way to enhance water distribution reliability in large cities.

As this takes place a number of goals are achieved for higher operational reliability of water supply systems in terms of system's quantitative characteristics providing water quality.

In doing so, underground waters of Moscow Region's peripheral areas are planned to be taken advantage of both separately and jointly with existing surface sources for Moscow's water demand.

It has been known that underground waters are more protected against short-term anthropogenic actions. In contrast, surface waters seen from this view point are more vulnerable. Since industrial and agricultural activities involve taking advantage of surface waters the chances of emergency situations causing water contaminations are good.

Therefore, it is suggested to reduce water extraction from surface sources in contamination periods and resort to underground ones to compensate for suggested option.

Making underground water intakes operational allows to reduce proportionally surface water consumption. In this case detention time at water treatment plants goes up resulting in higher quality of potable water in distribution network.

A number of potable water quality characteristics can be radically improved by means of combined use of surface and underground waters. This results in better turbidity and colour characteristics as well as favourable microchemical composition. In addition, fluorine content gets to normal as well as some other elements.

Quantitative characteristics for enhanced water supply reliability under combined use of surface and underground water are given in this paper.

ДООЧИЩЕННЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ, КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК НЕПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ.

Хроменков Станислав
Владимирович, ММП
"Мосводоканал"

Эль Юрий Федорович,
к.т.н. МосводоканалНИИпроект

Сточные воды различного происхождения: хозяйственно-бытовые, производственные, городские и поверхностный сток с территории го рода являются неотъемлемой частью водного баланса каждого крупно го города. Они могут рассматриваться как нетрадиционные источники водоснабжения, их объем соизмерим с объемом потребляемой свежей воды.

Повторное использование городских сточных вод, направленное не только на обеспечение водоохраннх функций, но также на решение проблем обеспечения водными ресурсами особенно актуально в насто ящее время не только из-за наличия дефицита водных ресурсов, но также в связи с введением в действие в РФ требований к качеству воды большинства открытых водоемов как водоемов рыбохозяйственно го водопользования. В случае очистки городских сточных вод до требований рыбохозяйственных водоемов повторное их

использование изменит функциональное назначение канализационной системы, т.к. весь объем городских сточных вод превратится в дополнительный ресурс воды и возможность его использования будет зависеть только от технической возможности и экономической целесообразности транспортировки кондиционированной воды к потребителям. С точки зрения наибольшей эффективности повторного использования городских сточных вод целесообразной является структура территориального расположения станций аэрации (в данном случае станций кондицио нирования сточных вод), соответственно приближенных к районам, испытывающим дефицит воды непитьевого качества.

В связи с тем, что решение рассматриваемой проблемы имеет двухцелевое назначение - экологическая безопасность и ресурсосбе режение, экономическую эффективность ее решения следует опреде лять суммарно: уменьшение оплаты за сброс загрязняющих веществ с очищенными сточными водами и сокращение расхода воды питьевого качества.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД.

Эль Юрий Федорович, к.т.н. МосводоканалНИИпроект

Загорский Владимир Александрович ММП Мосводоканал

Московские городские очистные канализационные станции построены и функционируют по традиционной технологической схеме: механическая, биологическая и частично доочистка сточных вод на зернистых фильтрах, что не обеспечивает современных требований к качеству очищенных сточных вод сбрасываемых в открытые водоемы.

ММП "Мосводоканал" совместно с институтом МосводоканалНИИ-

проект разработана система достижения требуемых нормативных показателей, в основу которой положены следующие положения: максимально возможное удаление загрязнений промышленного происхождения на локальных (заводских) очистных сооружениях; разработка методов интенсификации работы сооружений механической очистки (исключая применение реагентов); минимально возможное увеличение объемов существующих сооружений и дополнительных ступеней очистки.

Для выполнения первого положения были разработаны и введены в действие "Правила приема производственных сточных вод в систему канализации

г.Москвы". При выполнении второго положения были разработаны методы интенсификации работы сооружений механической очистки, которые позволяют снять дополнительно грубодисперсные вещества и значительно увеличить эффект первичного осветления сточных вод (по БПК до 40%, по взвешенным веществам до 70%).

Третье положение, и наиболее существенное, удалось выполнить в результате использования на стадии биологической очистки и доочистки комбинации биологических реакторов со свободноплавающим и прикрепленным биоценозом микроорганизмов, что привело к созданию оригинальной технологической схемы очистки и доочистки сточных вод. Внедрение этой технологической схемы в сочетании с решением вопросов по первым двум положениям позволяет получить на реконструированных городских очистных сооружениях качество очищенной сточной воды, соответствующее требованиям, предъявляемым к рыбохозяйственным водоемам.

WASTE WATER CONDITIONING AT MOSCOW MUNICIPAL LEVEL

Yu.F.El, Cand. Sci.(Engineering), MOSVODOKANALNIIPROJECT

V.A.Zagorski, MOSVODOKANAL

Waste water treatment plants of Moscow city were constructed for conventional treatment technology offering mechanical and biological treatment in addition to partial tertiary treatment with granular filters involved. However, quality standards for discharged treated effluents are not met by existing technology.

New approach developed jointly by MOSVODOKANAL and MOSVODOKANANIIPROJECT was suggested to enhance treated effluent quality characteristics to meet relevant requirements.

The suggested approach is three-fold:

1. Most pollutants of industrial origin should be removed at treatment plants located at the factories where these pollutants are produced.
2. Intensive operation methods are to be developed for mechanical treatment facilities with keeping in mind no future use of chemicals.
3. The capacity of existing treatment facilities involving tertiary stage has to be slightly increased.

To accomplish the first provision The Rules for Industrial Waste Water Intake to Municipal Sewage System have been developed and put into effect.

The second provision resulted in methods of intensive operation for mechanical treatment facilities dealing with coarse solids and responsible for waste water clarification up to BOD - 40% and TSS - 70%.

The third provision that seems to be most essential gave a rise to biological reactants application at both digestion stage and tertiary treatment one. These reactants formed the unique biological environment suitable for better treatment.

Since the above solution is of dual purpose and focused on environmental control and water sources conservation it effects a substantial saving due to reduced payment for discharging of contaminated waters to treated effluent as well as reduced potable water consumption.

TERTIARY TREATED WASTE WATERS OFFER AN ALTERNATIVE SOLUTION TO NON-DRINKING WATER SUPPLY

Yu.F.El, Cand.Sci.(Engineering), MOSVODOKANANIIPROJECT
S.V.Khramenkov, MOSVODOKANAL
P.P.Palgunov, Cand.Sci.(Engineering),
MOSVODOKANALNIIPROJECT

Waste waters of different origins such as industrial waters, domestic sewage and surface runoff form integrated parts of a large city's water balance. Since their total consumption is nearly equal to that of fresh water they can be considered as conventional water supply sources.

The municipal waste water reuse for natural raw water conservation as well as building up existing water sources appears to be particularly promising today because of both fresh water being short in supply and new water quality standards put into effect in Russian Federation regulating water quality within open water bodies and fish-farming ponds.

If treated waste waters meet the fish farming pond quality standard the designated purpose of sewerage system can be changed by means of waste water reuse. The reason is the total liquid wastes flow adds to water sources, so its utilization is likely to depend on technical capabilities and economic reasons for conditioned water distribution to consumers.

For operation of waste water reuse facilities to good advantage waste water treatment plants must have suitable location within the areas where non-drinking water is short in supply.

As to treated effluent quality at updated municipal waste water treatment plants it has to meet the relevant standards for fish farming ponds.

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ОКИСЛЕНИЯ

Д. Петерзон, доктор
Берлинское водное предприятие
Отдел лаборатории

ТЕЗИСЫ

Сегодня еще нельзя отказаться от применения дезинфицирующих средств при обработке питьевой воды из-за скудных ее запасов, что обуславливает необходимость использования водных источников низкого санитарного качества.

Уже с начала века для предотвращения всплеск эпидемий из-за плохой питьевой воды во все большем объеме применяется ее хлорирование.

Но постоянно поднимается, и не только потребителем, вопрос, оказывает ли на человека вредное воздействие дезинфекция питьевой воды.

Раньше на первом плане стоял вопрос об острой токсичности хлорирования. Сегодня, благодаря многолетнему опыту, он может быть снят, но его сменила другая проблема - как влияет на здоровье человека длительное, хроническое употребление побочных продуктов, возникающих в питьевой воде при ее дезинфекции. Об этом заставляет задуматься то обстоятельство, что мы всю жизнь подвергаемся их воздействию и они могут накапливаться и передаваться последующему поколению.

В рамках оценки побочных продуктов от дезинфекции воды возможны следующие, важные с медицинской точки зрения влияния:

- канцерогенность;
- мутагенность;
- тетрагенность;
- токсичность для эмбрионов;
- повреждения органических структур и энзимных систем;
- иммунотоксичность (1).

Санитарно безупречную питьевую воду можно получить путем ее дезинфекции. Согласно распоряжению о питьевой воде (TVO) от 5 декабря 1990 года (2) для этой цели допустимы:

1. хлор и хлорсодержащие продукты, как, например, гипохлорид натрия, кальция и магния, а также хлорная известь;

2. диоксид хлора;

3. озон

Высококачественная дезинфекция питьевой воды с помощью окисляющих химических средств возможно только при наличии:

- эффективных мер защиты водоемов, сводящей до минимума природных органических субстанций, которые образуются в водоемах

путем фотоассимиляции в зависимости от наличия питательных веществ (ограничение эвтрофии);

- эффективных мер обработки и удаления природных макромолекулярных органических соединений, по крайней мере настолько, чтобы до достаточной степени уменьшить редуционный потенциал дезинфицируемой воды.

Согласно классическим исследованиям механизма умерщвления микроорганизмов в воде 100 % успех зависит не столько от химического состава окисляющих средств, сколько от окислительно-восстановительного потенциала, установившегося в воде после их добавки и значения pH. От этого зависит инаktivация бактерий в воде, поскольку благодаря этому потенциалу блокируется ферментная система бактерий.

Экспериментально доказано, что процент умерщвления Коли-бактерий в воде находится не в прямой связи с применяемой дозой дезинфицирующих средств, а с уровнем окислительно-восстановительного напряжения, установившегося в течение достаточно длительного времени.

Предпосылкой для инаktivации бактерий вследствие этого является установка достаточно высокого уровня окисления среды в дезинфицируемой воде. Но последнее достигается лишь при условии, когда концентрация подавляющих химических субстанций в этой воде достаточно низка.

WATER TREATMENT BY-PRODUCTS WHEN USING STRONG OXIDIZERS

by Ph. d. D. Petersohn
Berlin Water Enterprise
Laboratory Dpt.

SUMMARY

Today we cannot decline usage of disinfectants when processing potable water because of its scarce resources that force us to intake water of poor sanitation quality.

From the very beginning of the century chlorination of drinking water has been applied to fight epidemic outbursts. However a constant question has been raised all the time, and not only by the consumers, whether disinfection of potable water exerts harmful effect on human health. For the first time toxicity of chlorination was the concern now declined because of the long-term experience.

Today attention is being paid to the problem of the by-products from water chlorination. The thinking is set because we accumulate the harmful substances during the whole life and they can be conveyed even to the next generation.

When evaluating the water disinfection by-products the following influences are essential from the medical point of view:

- carcinogenic;
- mutagenic;
- tetragenic;
- embryotoxicity;
- damage of organic structures and enzymatic systems
- immunotoxicity.

Irreproachable drinking water from the sanitation standpoint can be obtained with the help of disinfection. According to the drinking water decree (TVO) from December 5, 1990 the following disinfectants are permitted:

- chlorine and products containing it, such as sodium, calcium or magnesium hypochlorite and also bleaching powder,
- chlordioxide;
- ozone.

However high results from disinfection of potable water with chemical oxidizers can be achieved in case:

- effective eutrophication control has been provided in the water bodies
 - effective processing and removal of natural macromolecular organic compounds has taken place to decrease the redox (reduction-oxidation) potential of the water at least to a satisfactory stage.
- According to the results of classical research on killing process of microorganisms in water 100 % success depends not as much on the chemical contents of the oxidizers as on the redox potential after their application and the pH factor.

Inactivation of bacteria in water takes place due to the blocking effect of their enzymatic system. It has been experimentally proved that the killing percentage of Coli bacteria in water is directly related not with the dosage rate of the disinfectants but with the level of the redox stress.

So providing satisfactory high oxidation level of the media is the main precondition for bacteria inactivation in water. However the latter can be achieved only in case the concentration of the suppressing chemical substances is rather low.

N	Chemicals	Acceptable dosage mg/l	Marginal residue mg/l	Evaluated as	By-products	
					Marginal residue	Evaluated as
1	Chlorine Sodium, Calcium, Magnesium Hypochlorites Bleaching powder	1.2	0.3	Free chlorine	0.01	Tri- halogen methane
2	Chlordioxide	0.4	0.2	ClO2	0.2	Chlorite
3	Ozone	10	0.005	O3	0.01	Tri- halogen- methane

**ФИЛЬТР "КРИНИЦЯ"
НА КЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ
ДЛЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ**

ЛИТВИНОВА Тамара Афанасьевна
ТОО "Экофильтр"

ФЕСЬКОВА Светлана Владимировна
Государственный университет "Львовская Политехника",
Инкубатор-центр

Перегруженность водопроводных сетей, их неудовлетворительное санитарно-техническое состояние, а также систем распределения воды не позволяет доводить качества питьевой воды до требований ГОСТа 2874-82, а также обеспечить безопасность ее в микробном и паразитарном отношении. По оценкам специалистов вода содержит 13 млн. потенциально токсичных химикатов и ежегодно добавляется 600 новых. Для снижения токсичного, микробиологического воздействия на здоровье населения требуется доочистка и кондиционирование питьевой воды по месту использования (point of use) малой производительности.

В настоящей работе представлен трехступенчатый, трехмодификационный фильтр "Криниця" ТУ 567М13813934.001-93 из пористой керамики и изоморфного стекла на основе корунда, алюмосиликатов и шлаков огненно-жидкого удаления для очистки, кондиционирования и обеззараживания питьевой воды в соответствии с требованиями ВОЗ. Гигиеническая оценка фильтров производилась на органолептические, физико-химические, микробиологические (кишечная палочка, золотистый стафилококк, вирус I), токсические показатели, в том числе для наиболее загрязненных поверхностных

водоисточниках класса III (ГОСТ 2761-84), (Гигиеническая оценка керамических элементов многоразового использования для очистки питьевой воды, 1992, ЛГМ). Определяется уровень концентрации в них химических веществ, возможность обрастания водорослями при длительном контакте с водой. Отмечается идентичность качества очистки по вкусу и запаху для горячей и холодной воды и снижение свободного остаточного хлора, особенно при его повышенном содержании. Температура испытаний 20°C-75°C. Три модификации фильтров (в зависимости от преобладающих загрязнений) показаны на фотографии. Аналогом по одному из материалов фильтрующего элемента является фильтр фирмы "KUBOTA Ltd." (Япония), а по ресурсу эксплуатации – фильтр СТР фирмы "SAFE WATER SYSTEMS" (США) – 28 м³ до регенерации.

Фильтр имеет преимущества по сравнению с адсорбционными (активированный уголь, ионно-обменные смолы, окись алюминия, электрохимическими, на полимерных мембранах) за счет стерилизации (холодной и горячей), регенерируемости, эксплуатации без реагентов по экологически чистой технологии, безразборного способа очистки от механических примесей, химической стойкости, надежности и эффективности работы. После регенерации фильтрующие элементы восстанавливают свои свойства. Практически осуществляется очистка от взвешенных и коллоидных веществ, свободного остаточного хлора, коагулянтов сульфата алюминия и железа, ионов тяжелых металлов, уменьшает содержание органических соединений и солей жесткости. Фильтр имеет также бактерицидные свойства, обеспечивает осветление и биологическую очистку. Now-know фильтра – удаление памяти воды о загрязнениях (Кузовенко В.М., Литвинова Т.А. 1992 г. "Испытание бытового фильтра "Джерело" для кондиционирования питьевой воды биоинформационно-энергетическим методом", Дубно) Техническая характеристика фильтра показана в таблице.

Технический уровень локального устройства для кондиционирования питьевой воды "Криниця" приближается к зарубежным, но доступность сырья и экономичность изготовления выгодно отличают от аналогичных типов фильтров зарубежных фирм.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Производительность (при давлении водопроводной воды 0,15 МПа и температуре 20°C), л/час 60-300
2. Температура, °С 6-60
3. Размеры: высота, ширина, мм
 - 3.1 80×80
 - 3.2 30×80
 - 3.3 110×80
4. Вес, г до 300

Другие характеристики приведены в таблице.

ТАБЛИЦА

Показатели	Единицы измерения	Нормативы		Тип фильтра "Криница" по степени очистки	
		ГОСТ 2874-82	ВОЗ	Тип I	Тип II
5.1. Запах	бал	2	отсут.	отсут.	отсут.
5.2. Вкус	бал	2	отсут.	отсут.	отсут.
5.3. Цвет	градус	20	15	отсут.	отсут.
5.4. Мутность	мг/л	1,5	5	отсут.	отсут.
5.5. Взвешенные и коллоидные частицы	мкм	не нормируются		30-140 99,95% 0,2-30 85-98,5%	30-140 99,95% 0,2-20 99,5%
6.1. Хлориды	мг/л	350	250	в завис. от типа загрязнений 10-40%	
6.2. Сульфаты	мг/л	500	400		
6.3. Стронций	мг/л	7	—	отсут.	отсут.
6.4. Алюминий	мкг/л	430-90	430-90	99,5	99,5
6.5. Железо	мкг/л	0,3	0,3	99,5	99,5
7.1. Общее микробное количество	кл/мг	100	—	отсут.	отсут.
7.2. Бактерии группы кишечной палочки	кл/л	3	0 кл 100 мл	0 кл 100 мл	0 кл 100 мл
7.3. Кишечная палочка					94,1%

7.4. Золотистый стафилокок					94,7%
7.5. Вирусологические показатели задержки поливируса I, адсорбированного на бентоните					99,0%
8. Ионы тяжелых металлов (Al, Br, Mo, Sr, Fe, Mn, Zn, Cu, Si, B, Pb, K, As)	мг/л				Меди, цинка, свинца > 50%; других < 50%; SiO ₃ 5-30%
9. Хлор свободный при содержании в воде:	мг/л				
2,6					99,99%
1,74					85,5-99,9%

**FILTER "КРИНИЦЯ"
CERAMIC FILTER ELEMENT FOR USING
IN LOCAL WATER PREPARATION SYSTEMS**

LITVINOVA Tamara Afanasievna,
"Ecofilter" Ltd.

FESKOVA Svetlana Vladimirovna,
State University "Lvov Polytechnic" Incubator-Center

The overload of water-supply systems side by side with their satisfactory sanitary-technical condition as well, as of water-running systems, does not permit to drive the drinking water quality to ГОСТ 2874-82 requirements and to guarantee it's parasite and microbe safety. According to specialists' estimations, there are about 13 mln. potentially dangerous chemical substances, plus 600 new one yearly. So, there is necessity of drinking water cleaning and conditioning at small productivity points of use to lower toxic and micro biological influence on peoples health.

At present paper the three-stage, three-modifications filter "Криниця" ТУ 567М13813934.001-93, based on porous ceramics, aluminum-silicate glass and fire-liquid removal slags is represented. It's intended for cleaning, conditioning and disinfecting of drinking water in conforming with WHO requirements. The filter hygienic evaluation was provided by organoleptic, physical and chemical, toxic and micro biological (intestinal bacillus, virus T and others) indexes, for the most polluted surface water sources of class III as well. (ГОСТ 2761-84, Гигиеническая оценка керамических элементов многоразового использования для очистки питьевой воды, 1992, ЛГМ). The concentrations of chemical substances and water plant overgrowing possibility was determi-

ned, especially within long-term water contact. The cleaning quality identify for warm and cold water was ascertained over odor and taste as well, as free reminder chlorine reduction, especially for it's higher concentrations. Using temperature from 20°C-75°C. The filter photo for three modifications (in accordance with predominant pollution) is shown on picture. The analog by one of the filter element material is the filter of Kubota Ltd. (Japan) and by life time of filter (28 cubic meter before regeneration) is СТР filter of Safe Water Systems (USA).

Filter "Криниця" has some advantages by comparing to adsorption one (based on activated carbon, ion-exchange resins, aluminum oxide, electrochemical processes, polymeric membranes) taking into account the sterilization possibility (both hot and cold), ability of regeneration, reagent-free exploitation by ecologically-pure technology, undismantlement way of mechanical admixtures removal, chemical resistance, reliability and efficiency. Filter elements restore their quality after regeneration.

Practically, filter can remove colloid and mechanical admixtures, free reminder chlorine, coagulants – aluminum sulfate and iron sulfate, heavy metal ions, its also decreases the content of organic substances and hardness of water. It has the antibacterial abilities also. Filter how-now removal of water memory about the pollution (V.M. Kyzovenko, T.A. Litvinova. 1992. "Испытание бытового фильтра "Джерело" для кондиционирования питьевой воды биоинформационно-энергетическим методом", Dubno). Filter's technical abilities are shown on Table.

Technical level of drinking water conditioning local system is approaching to foreign one, but materials accessibility and production economical advantages distinguish this company to foreign analogs.

TECHNICAL ABILITIES

1. Productivity (drinking water pressure 0,15 MPa and water temperature 20°C), l/h 60-300
2. Exploitation temperature, °C 6-60
3. Dimensions: width × height, mm
 - 3.1 80×80
 - 3.2 30×80
 - 3.3 110×80
4. Weight, gE < 300

Other abilities are shown on the following table.

TABLE

Indexes	Units	Standarts		Type of filter "Криница" by level of cleaning	
		ГОСТ 2874-82	WHO	Type I	Type II
5.1. Odor	Mark	2	Absent	Absent	Absent
5.2. Taste	Mark	2	Absent	Absent	Absent
5.3. Colour	Degree	20	15	Absent	Absent
5.4. Muddiness	mg/l	1,5	5	Absent	Absent
5.5. Colloid and mechanical admixtures	micron	not rated		30-140 99,95% 0,2-30 85-98,5%	30-140 99,95% 0,2-20 99,5%
6.1. Chlorides	mg/l	350	250	Depending on pollution type 10-40%	
6.2. Sulfates	mg/l	500	400		
6.3. Strontium	mg/l	7	—	Absent	Absent
6.4. Aluminum	mg/l	430-90	430-90	99,5	99,5
6.5. Iron	µg/l	0,3	0,3	99,5	99,5
7.1. Microbes, Total	kl/ml	100	—	Absent	Absent
7.2. Bacterium (Intestinal Bacillus group)	kl/ml	3	0 kl 100 ml	0 kl 100 ml	0 kl 100 ml
7.3. Intestinal Bacillus					94,1%
7.4. Golden Staphylococci					94,7%

7.5. Bentonite adsorbed polyvirus I					99,0%
8. Heavy metal ions (Al, Br, Mo, Sr, Fe, Mn, Zn, Cu, Si, B, Pb, K, As)	mg/l				Cu, Pb, Zn > 50% other < 50%; SiO ₃ 5-30%
9. Free chlorine, with content in water:	mg/l				
2,6					99,99%
1,74					85,5-99,9%

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ И ОЧИСТКА ВОДЫ ПОСРЕДСТВОМ МОЩНОГО ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Свиридов В. А., к. ф. - м. н., НПП "Эко-Пульсар", Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл. - корр. РАМН, Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, Волошук С. С., академик РАН, академик МАН, НПО "Эко-Пульсар", Замидченко С. С., фирма "Полигон", Хохлов Н. П., к. ф. - м. н., Маркин В. Н., Денькин В. В., Васильев К. Ю., с. н. с. НПО "Эко-Пульсар".

В настоящее время обеззараживание воды в централизованных системах хозяйственно-питьевого водоснабжения проводится, в основном, газообразным хлором. Использование в качестве дезинфектанта озона пока не нашло широкого применения в России. Вместе с тем, как хлорирование, так и озонирование имеют ряд недостатков: необходимость предварительной обработки воды для снижения хлоро- или озонопоглощаемости, большой расход реагентов при высоком загрязнении очищаемой воды, длительность реакции обеззараживания (соответственно 30 и 12 минут), необходимость строгого соблюдения техники безопасности при работе с дезинфектантами. Наиболее существенным недостатком хлорирования является образование побочных продуктов - хлорорганических соединений (в США идентифицируется более 300 хлорорганических веществ, в странах членах ЕЭС - более 150, в России на уровне научно-исследовательских институтов определяется около 10 высокоприоритетных галоформных углеводов). При озонировании следует отметить, что оно не сопровождается "консервирующим" эффектом при нахождении водопроводной воды в разводящей сети, отмечена возможность образования перекисных соединений формальдегида.

В связи с указанным нами разработан новый способ обеззараживания как питьевых, так и сточных вод посредством мощного оптического излучения. При использовании данного способа обработки воды отмечается несколько видов эффектов, основными из которых являются: излучение в видимой области спектра, локальный импульсный разогрев, термоупругие механические напряжения, при этом степень прозрачности и обсемененности очищаемой воды существенно не влияют на эффективность обеззараживания.

Экспериментальные исследования проведены на стендовой опытно-промышленной установке производительностью 25 м³/сутки при подаче импульсов длительностью $3,3 \times 10^{-4}$ с с интервалом 12-30 с и потребляемой электрической мощностью 0,3 кВт. Уровни инициального загрязнения, внесимого в водопроводную воду, составляли: по коли-индексу 10^2-10^3 БГКП/л, сальмонеллам - 10^2 кл/л, клостридиям - 10^2 кл/л, колифагам - 10^2-10^3 БОЕ/л, вирусу полиомиелита - до 2 lgТДЦ₅₀/мл. Сточные воды птицефабрики и инфекционной больницы содержали биологическое загрязнение в концентрациях: ОмЧ - 10^6-10^8 кл/мл, коли-индекс - 10^6-10^8 БГКП/л, сальмонеллы - 10^6 кл/л, синегнойная палочка - 10^4-10^5 кл/л, энтерококки - 10^3-10^7 кл/л, клостридии - 10^4-10^5 кл/л, колифаги - 10^3-10^5 БОЕ/л, вирус полиомиелита - 3,5-3,8 lgТДЦ₅₀/мл, цисты лямблий - 8-30 экз/л, яйца гельминтов - 8-17 экз/л.

Результаты исследований показали, что в обоих случаях достигался высокий обеззараживающий эффект, обеспечивающий в первом случае соответствие обработанной воды по всем изученным показателям гигиеническим требованиям для питьевой воды. Обработанные сточные воды соответствовали требованиям СанПиНа 4630-88 "Охрана поверхностных вод от загрязнения". Кроме обеззараживающего эффекта при обработке сточных

вод отмечалось снижение величины БПК и содержания взвешенных частиц.

Для экспресс-токсикологической оценки мощного оптического излучения проведено биотестирование исходных и обработанных вод с помощью гидробионтов (дафний) и в тесте Эймса (на культуре *Salmonella thyphimurium*). Результаты биотестирования позволили исключить возможность протекания негативных процессов трансформации и показали, что обработанная вода имела меньшую токсичность для дафний по сравнению с исходной, а при наличии слабой мутагенной активности исходной воды последняя снималась в процессе обработки.

Результаты проведенных исследований позволяют перейти к промышленным испытаниям, в связи с чем разработаны 4 принципиальных типа установок производительностью от 100 до 4000 м³/сутки: для обеззараживания и очистки оптически прозрачной водной среды, для обработки недостаточно очищенных вод (оптически слабо прозрачных) с дополнительным усилением разложения органических загрязнений за счет введения в обрабатываемую воду газообразного окислителя (например, воздуха). В настоящее время оформляется 6 патентов на эти установки.

WATER DISINFECTION AND TREATMENT BY MEANS OF POWERFUL PULSIVE OPTIC RADIATION

Sviridov V.A., c.p.-m.s., Scientific-industrial complex, "Eco-Pulcsar", Rakhmanin, Yu.A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Mikhailova R.I., c.m.s., Kyrianova L.F., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS, Voloshchuk S.S., Academician of RAS, Academician, Zamidchenko S.S., "Poligon" firm, Khokhlov N.P., c.p.-m.s., Markin V.N., Denkin V.V., Vasiliev K.Yu., Scientific-industrial complex, "Eco-Pulcsar".

At present, water in the centralized domestic and drinking supply systems is disinfected mainly by gaseous chlorine. The use of ozone as disinfectant has not found wide application in Russia yet. However, both chlorination and ozonization have several disadvantages: the need for previous water treatment to reduce chlorine or ozone absorption, considerable reagent consumption at high contamination of water being treated, substantial duration of disinfection reactions (30 and 12 minutes, respectively), the necessity of observing stringent safety measures when handling disinfectants. The most pronounced drawback of chlorination is formation of by products - chlororganic compounds (more than 300 organochlorides are identified in USA, more than 150 - in EEC-member states, and about 10 haloform hydrocarbons of prior concern are identified in Russia at the level of research institutions). It is pertinent to note that the process of ozonization is not attended with "conservation" effect related to water in the supply network resulting in plausible generation of formaldehyde.

In this connection, we have developed a new method to disinfect both drinking water and wastewater by means of high-intensive optic radiation. When applying the given water treatment technique certain effects have been noted, the main ones are as follows: radiation in the visible spectrum; local pulsed warming up; thermoelastic mechanic stresses while degree of transparency and contamination of water under treatment has little impact on the efficiency of the disinfection process.

The experiment was carried out using a pilot industrial installation; the capacity of the unit reached 25 m³/day, duration of pulses - $3,3 \times 10^{-4}$ S with an interval of 12-30 S, electric power consumption - 0,3 KW. The levels of initial contamination introduced into water made up the following figures:

intestinal bacteria by coli-index: 10^2 - 10^3 /l;
salmonella: 10^3 /l;
Sulfite-reducing bacteria: 10^2 /l;
Coliphages: 10^2 - 10^3 /PFU (plaque-forming)/l; unit
Poliomyelitis virus: up to 2 lg CTD₅₀/ml (cytotoxic dose).

The levels of wastewater contamination from poultry farm and isolation hospitals comprised the following figures:
Total microbic number: 10^6 - 10^8 col/ml;
Coli-index: 10^6 - 10^8 of Intestinal bacteria/l;
Salmonella: 10^6 col/ml;

- 2 -

Pseudomonada Aerogenosa: 10^4 - 10^5 col/l;
Enterococcus: 10^3 - 10^7 col/l;
Clostridia: 10^4 - 10^5 col/l;
Coliphages: 10^3 - 10^6 PFU/l;
Poliomyelitis virus: 3.5-3.8 lg CTD₅₀/ml;
Lamblia cysts: 8-30/l;
Helminths eggs: 8-17/l.

The results of the studies showed that in both cases a high disinfection effect was achieved, while in the first case the treated water the hygienic requirements for drinking water by every studied index. The treated surface wastewater was consistent with 4630-88 SanPiN (Sanitary Rules and Norms) requirements Surface Water Protection from Contamination". In addition to disinfection effect in the process of wastewater treatment, a reduction in the values of BOD and in the content of suspended matter were observed.

In an effort to carry out express toxicologic evaluation of high-intensive optic radiation, initial and treated water had been tested with the help of hydrobionts (daphnia) and by Ames test (Salmonella thyphimurium). The results of biotesting made it possible to exclude possible negative transformation processes and also demonstrated that the treated water was less toxic for daphnia compared to initial water. No mutagenic activity was found after treatment, though certain activity existed in initial water.

The results of the studies conducted allowed us to proceed to industrial tests, and 4 types of installation have been already developed. Their working capacity varies from 100 to 4000 m³/day and they are intended for disinfection and treatment of optical transparent water and also for treatment of insufficiently purified water (not enough transparent optically) with additional decomposition of organic pollutants due to the introduction of gaseous oxidant (e.g., air) into the water being treated. At the moment, 6 patents have been applied for these installations.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ БЫТОВЫХ ВОДООЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ

Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., Кирьянова Л. Ф., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, Маслюков А. П., д. х. н., чл.-корр. РАН, А/О "МЕТТЭМ"

Научно-методические основы гигиенической оценки бытовых водоочистных устройств включают определение приоритетных гигиенических требований к ним, выявление областей их практического применения, обоснование условий их всестороннего гигиенического испытания (тестирования) и необходимой нормативной документации по их сертификации.

Основными гигиеническими требованиями, предъявляемыми к бытовым водоочистным устройствам, являются:

- обеспечение благоприятных органолептических свойств воды;
- высокая (более 50-80%) эффективность доочистки воды от загрязнений химическими веществами (до практически полного удаления или до гарантированной обеспеченности гигиенических нормативов, в том числе по комплексным показателям содержания отдельных групп загрязнителей) при отсутствии негативных характеристик по результатам экспресс-токсикологической оценки и альтернативных изменений по показателям эпидемической безопасности;
- обеспечение абсолютной эпидемической безопасности по бактериологическим, вирусологическим и паразитологическим показателям для устройств, предназначенных для обеззараживания питьевой воды;
- надежное обеспечение указанных выше параметров на протяжении всего ресурса работы водоочистного устройства;
- возможность раздельной утилизации фильтрующих и конструкционных материалов.

Для каждого водоочистного устройства должны определяться область его практического применения (повсеместно или регионально, для временных экстремальных ситуаций или для функционирования на постоянной основе, для централизованных водопроводов или для любых источников водоснабжения, для однократного или многократного его использования с регенерацией фильтрующих материалов), а также критерии исчерпания ресурса его гарантированной по качеству работы, способы экологически безопасной утилизации отработавших фильтрующих элементов.

Основными документами, определяющими возможность производства и продажи бытовых водоочистителей населению, являются:

- гигиенический сертификат, выдаваемый Государственным Комитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ на основании официального письма-запроса организации-производителя (владельца), официального отчета о результатах всестороннего испытания водоочистных устройств в аккредитованном для этих исследований гигиеническом учреждении, гигиенического заключения руководителя исследований, технических условий (ТУ) на производство водоочистителей, согласованных с гигиенической организацией, ответственной за результаты испытаний;
- сертификат соответствия, выдаваемый органами Госстандарта России, определяющий соответствие устройства гигиеническому сертификату, порядок выборочного контроля водоочистных устройств в процессе их производства, соответствие водоочистных устройств иным требованиям (пожаро-, электро-, экобезопасности и др.), а также порядок сертификации производства водоочистителей.

В ресурсных испытаниях для оценки эффективности работы опытных образцов водоочистных устройств исследования проводятся на конкретных нативных водах (для региональных водоочистителей) или на модельных водах с различными видами искусственно вносимого химического и биологического загрязнения (для универсальных водоочистителей).

Для оценки обеззараживающего действия универсальных водоочистителей, предлагаемых для доочистки водопроводной воды в населенных местах Российской Федерации и стран СНГ, исходные уровни бактериального, вирусного и паразитарного загрязнения должны составлять: по ОМЧ - 10^5 кл/мл, коли-индексу - 10^3 БГКП/л, клостридиям - десятки кл/л, сальмонеллам - единицы клеток в литре, колифагам - 10^6 БОЕ/л, энтеровирусам - 1-10 вирионов/л, цистам лямблий, яйцам гельминтов, ооцистам криптоспоридий - единицы в литре.

В ресурсных испытаниях универсальных водоочистителей, предназначенных для получения питьевой воды непосредственно из водоисточников на указанных территориях, биологические загрязнения вносятся в исходную (модельную) воду в следующих концентрациях: ОМЧ - 10^5 кл/мл, бактерии группы кишечной палочки (коли-индекс) - 10^6 кл/л, сальмонеллы, - 10^2 кл/л, колифаги - 10^6 БОЕ/л, энтеровирусы - 2-3 lg ТЦД₅₀/мл, яйца гельминтов, цисты лямблий, ооцисты криптоспоридий - 10^2 экз/л.

Исходные уровни химического загрязнения органическими и неорганическими компонентами вносятся в модельную воду в концентрациях на уровне не менее 2 ПДК по каждому веществу (при испытании региональных водоочистителей для доочистки водопроводной воды допускается внесение загрязнений до уровня 1 ПДК) и 10 ПДК (при очистке воды водоисточников).

Для создания загрязнения модельных вод используются следующие среды и реагенты: хозяйственно-бытовые сточные воды, суспензия суточной культуры 2-х штаммов сальмонелл (S. Derby, S. Enteritides), свежевыделенная культура синегнойной палочки, вакцинный вирус полиомиелита I типа (штамм LS 2ав); РНК-содержащие коли-фаги (штамм MS-2), взвесь жизнеспособных цист лямблий (L. intestinalis), яйца аскарид (A. lumbricoides), ооцисты криптоспоридий (Cryptosporidium parvum); хлороформ, фенол, смесь в четыреххлористом углероде бензола, изооктана, цетола, синтетическое моющее средство типа "Кристалл", бенз(а)пирен, рогор, линдан, аммония гептамолибдонат, борная кислота, калий марганцевокислый, калий двухромовокислый, калий бромистый; нитрат кадмия, бария, цинка и свинца; хлорид никеля, ртути, кобальта и меди; сульфат алюминия, железа; оксид мышьяка.

SCIENTIFIC - METHODOLOGICAL BASES FOR HYGIENIC ASSESSMENT OF DOMESTIC WATER TREATMENT DEVICES

Rakhmanin Yu. A., d. m. s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Mikhailova R. I., c. m. s., Kyrianova L. F., A. N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS, Masloukov A. P., d. c. s., corr. member of RPAS, joint-stock company "METTAM"

Scientific-methodological bases of hygienic assessment of domestic water treatment supplies envisage identification of priority hygienic requirements to them, revealing areas of their use in practice, substantiation of conditions for their comprehensive and hygienic trial (testing) and the necessary regulatory documentation on their certification.

The major hygienic requirements to domestic water treatment supplies are as follows:

- ensuring favorable organoleptic water properties;
- high (more than 50-80%) effectiveness of water pre-treatment from chemical pollutants (until they are practically completely removed or until a guaranteed ensuring of the maintenance of hygienic standards, according to integral indices of content of individual groups of pollutants included), negative characteristics according to results of rapid toxicological assessment and alternative changes in the indices of epidemic safety being absent;
- ensuring complete epidemic safety according to bacteriological, virological and parasitological parameters for devices meant for drinking water decontamination;
- reliable maintenance of the mentioned above period of functioning of the water treatment device;
- the possibility of separate utilization of the filtering and constructing materials.

For each water treatment device the area of its practical use (everywhere or in certain regions, for temporary extreme situations or for continuous functioning, for centralized pipe-lines or for any sources of water supply, for single or repeated use of the device with regeneration of filtering materials), as well as criteria for the exhaust of the resource of its guaranteed qualitative functioning, means of ecologically safe utilization of the worked-out filtering elements should be determined.

The principal documents determining the possibility of production and selling of domestic water treatment supplies to the population are as follows:

- hygienic certificate issued by the State Committee of Sanitary and Epidemiological Surveillance of RF on the basis of an official inquiry letter from the producing organization (owner), an official report on the results of a comprehensive testing of water treatment supplies at the accredited for those studies hygienic institution, hygienic conclusion of the chief investigator, technical conditions (TC) for the production of

water treatment device coordinated with the hygienic organization responsible for testing results;

- compliance certificate issued by Russian State Standard bodies, which determines the compliance of the device with the hygienic certificate, the procedure of selective monitoring of water treatment supplies in the process of their production, compliance of water treatment device with other requirements (fire-, electro-proof, ecological safety etc.), as well as the procedure of certification of water treatment supplies production.

To assess the efficiency of trial samples of water treatment supplies studies are carried out using concrete negative waters (for regional water treatment supplies) or model waters with different kinds of artificially introduced chemical and biological pollutants (for universal water treatment devices).

To assess the decontaminating effect of universal water treatment devices proposed for pre-treatment of tap water in residential areas of the Russian Federation and UIS countries, the initial levels of bacterial, viral and parasitologic contamination should be as follows: according to TMC - 10^3 cells/ml, Coli-index - 10^3 BGEC/l, Clostridia - dozens of cells/l, Salmonellae - a few cells per l, coliphages - 10^2 PFU/l, enteroviruses - 1-10 virions per l, lamblia cysts, helminths eggs, Cryptosporidia oocysts - several ones per litre.

In resources testing of universal water treatment supplies meant for the production of drinking water directly from water sources, on the indicated territories, biological contaminants are introduced into the initial (model) water in the following concentrations: TMC - 10^6 cells/ml, coli-index - 10^6 BGEC/l, Salmonellae - 10^2 cells/l, coli-phages - 10^6 PFU/l, enteroviruses - 2-3 lg CTD /ml, helminth eggs, lamblia cysts, cryptosporidia oocysts - $5 \cdot 10^2$ u/l.

The initial levels of chemical pollution with organic and inorganic components are introduced into the model water in concentrations not less than 2 MACs for each substance (testing regional water treatment devices for the pre-treatment of tap water, it is possible to introduce contaminants up to the level of 1 MAC) and 10 MACs (for the treatment of water from water sources).

The following media and reagents are used to create contamination of model water: utility - domestic wastes, 24-hour culture suspension of two strains of Salmonellae (S. Derbi, S. Enteritides), freshly isolated culture of Pseudomonas aeruginosa, attenuated strain of poliomyelitis, RNA-containing coli-phages (strain MS-2), viable lamblia cysts suspension (L. intestinalis), Ascarides eggs (A. Lumbricoides), Cryptosporidia oocysts; chloroform, phenol, a mixture of benzene, isooctane, cetole in tetracarbochloride, synthetic detergent of the "Crystal" type, benz(a)pyrene, rogor, lindane, arsenic oxide, potassium permanganate, potassium bichromate, potassium bromate; cadmium, barium and zink, lead nitrates; nickel, mercury, cobalt and copper chlorides; aluminum, iron sulphates; boric acid.

ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНОГО СВОБОДНОГО ХЛОРА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Ишутин В. А., к. т. н., с. н. с., Военная академия химической защиты (ВАХЗ) им. маршала К. С. Тимошенко, Е. Н. Успенский, к. х. н., АНПП, Пушкин И. А., д. т. н., проф., (ВАХЗ), Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., Рыжова И. Н., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН

В настоящее время в качестве дезинфектантов для обеззараживания воды в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, в основном, используются газообразный хлор и хлорсодержащие соединения (хлорная известь, гипохлориты, хлорамины, двуокись хлора), в связи с чем актуальным является разработка аппаратурных (экспрессных) методов контроля в воде остаточного активного (свободного) хлора, содержание которого регламентируется в пределах 0,2-0,5 мг/дм³ в соответствии с рекомендациями ВОЗ (6) и требованиями Госкомсанэпиднадзора РФ (5).

В соответствии с конверсией России разработан и запатентован в 1991 г. (3) портативный экспрес-анализатор, содержания остаточного свободного активного хлора, принцип действия которого основан на физико-химическом возмущении сопряженной системы на основе люминола с последующей регистрацией максимума ее хемилюминесценции (1, 2, 4).

Прибор имеет габариты 280x220x70 мм, массу 3,5 кг, питание от сети 220 В, 50 Гц или от аккумулятора напряжением 10-24 В, потребляемая мощность 7 Вт и позволяет проводить определение непосредственно на объектах контроля. Методика определения остаточного свободного хлора в питьевой воде с помощью разработанного прибора аттестована.

С целью выявления особенностей и преимуществ предлагаемого метода проведена его сравнительная оценка с существующими титрометрическими методами контроля по ГОСТ'у 18190-72 (с метиловым оранжевым) и JSO-7393/1-85 (с N,N диэтил-1,4 фенилендиамином). Исследования проводились на пробах отстоянной водопроводной воды с различным содержанием гипохлорита натрия в диапазоне от 0,2 до 1,2 мг Cl₂/г.

Результаты исследований показали, что по селективности, точности и чувствительности разработанная методика не уступает традиционно применяемым: нормы погрешности определения составляют 2-4 %, минимально определяемая концентрация - 0,03 мг/дм³, диапазон измеряемых концентраций - 0,03-1,2 мг/дм³ в присутствии других примесей органической и неорганической природы. Вместе с тем, к ее преимуществам необходимо отнести: быстроту анализа (3-5 мин), ограниченное количество реагентов (два), возможность проведения непосредственного контроля на объектах, объективность получаемых результатов поскольку анализ проб проводится на приборе, принцип действия которого основан на автоматической регистрации люминесценции реакционной смеси в момент смешения реактива и пробы.

В настоящее время ведутся работы по созданию проточной кюветы для возможного подключения прибора к системам мониторинга технологических процессов обработки и транспорта воды, по модификации ее с целью экспрессного определения ряда других (например, фенолов) химических веществ.

Библиография

1. Бабко А.К., Дубовенко Л.И., Луковская Н.М. - Хемилюминесцентный анализ. Киев, 1966. - 249 с.
2. Воробьева Т.П., Козлов Ю.Н. и др. - Процессы окисления люминола, сопровождающиеся окислением: Ш. Феноменологические закономерности хемилюминесценции в системе $\text{LN}_2\text{-NaOCl}$. - Изв. АН СССР, сер. хим., 1978, № 3. - С.552-555.
3. Ишутин В.А., Карзанов Г.С. и др. - Анализатор жидких проб. Патент России № 2009466 от 12.09.91 г., МКИ 5601, № 15/02.
4. Русин Б.А., Роцин А.Л., Моисеев Г.П. - Окисление 4-диметиламинофталгидразида гипохлоритом, сопровождающееся хемилюминесценцией: механизм взаимодействия гидразида с гипохлоритом. - Ж. Кинетика и катализ, 1979, № 20. - С.302-307.
5. Санитарные правила и норма (СанПиН) "Требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения". Госкомсанэпиднадзор РФ, 1994, проект).
6. Guidelines for Drinking Water Quality. Geneva, WHO, 1993. - 325 p.

RAPID CONTROL OF RESIDUAL FREE CHLORINE IN DRINKIN WATER USING LUMINESCENCE METHOD

Ishoutin V.A., c.t.s., Military Academy of Chemical Protection (MACP) named after Marshal K.S.Timoshenko, Uspensky E.N., c.c.s., ASPE, Poushkin I.A., d.t.s., prof. (MACP), Rakhmanin Yu.A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Mikhailova R.I., c.m.s., Ryzhova I.N., c.m.s., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS

At present mostly gaseous chlorine and chlor-containing compounds (hypochloride lime, hypochlorites, chloramines, chlorine, dioxine) are used as disinfectants for water decontamination in centralized utility and drinking water supply systems, therefore it is urgent to develop apparatus (rapid) method to monitor residual active free chlorine, the content of which should be within 0.2-0.5 mg/dm³ in accordance with WHO recommendations (3) and requirements of the State Committee of Sanitary-Epidemiological Surveillance of the Russian Federation (5).

Within the framework of the conversion plan in Russia a portable rapid analyser of the content of residual free active chlorine has been developed and a patent has been taken out for it in 1993 (2). The principle of functioning of the analyser is based on the physico-chemical disturbance of the conjugate system on the basis of luminol, followed by registration of the maximum of its hemiluminescence (1, 4, 6).

The size of the equipment is 280x220x70 mm, the mass - 3-5 kg, supply-line voltage - 220 V, 50 Hz or accumulator voltage - 10-24 V, power consumption - 7 W. It allows to make the analysis right at the site of monitoring. The method of residual free chlorine determination in drinking water using the mentioned above equipment has been certified.

To identify the peculiarities and advantages of the proposed method a comparative assessment has been carried out of the latter with the existing titrimetric monitoring method according to GOST 18190-72 (State Standard) - with methyl orange, and JSO-7393/183 (with N,N diethyl-1,4 phenyl-endiaminon). The studies were conducted using samples of settled tap water with different levels of sodium hypochlorite in the range of 0.2-1.2 mg Cl₂/g.

Results of studies have shown, that as far as the selectivity, accuracy and sensitivity are concerned, the proposed method is no worse than the traditionally used ones: detection errors are 2-4%, the minimal determined concentration is 0.03 mg/dm³, the range of measured concentrations - 0.03-1.2 mg/dm³ in the presence of other admixtures of organic and inorganic origin. Alongside with that, among the advantages of the proposed method are the following ones: short duration of the procedure (3-5 min.), a limited number of reagents two, the possibility to carry out the monitoring directly at the sites, the objectivity of the obtained results since samples are analyzed by the equipment the mechanism of which is based on the automatic recording of luminescence of the reactive mixture at the moment

of mixing the reagent with the sample.

At present the work is being done on the development of a running-water dish for the possible connection of the equipment to monitoring systems of technological processes of water treatment and transportation, and on its modification with the aim to rapidly determine a number of other chemicals (e.d. phenols).

B i b l i o g r a p h y

1. Babko A.K., Doubovenko L.I., Loukovskaya N.M. - Hemiluminescent Analysis. Kiev, 1966. - 249 p.
2. Ishoutin V.A., Karzanov G.S. et al. - Liquid Samples Analyser. Patent of Russia N 2009466 dated 12.09.91, MKI 5601, N15/02.
3. Guidelines for Drinking Water Quality. Geneva, WHO, 1993.
4. Rousin B.A., Roshin A.L., Moiseiev G.P. - Oxidation of 4-dimethylaminophthalhydrazide by Hypochlorite accompanied by Hemiluminescence: Mechanism of Interaction of Hydrazide with Hypochlorite. - J. Kinetics and Catalysis, 1979, N° 20. - p. 302-307.
5. Sanitary Rules and Norms (SanPiN) "Requirements to the Quality of Water of the Centralized Utility and Drinking Water Supply". State Committee on Sanitary and Epidemiological Surveillance of RF, 1994, draft).
6. Vorobiova T.P., Kozlov Yu.N. et al. - Processes of Luminol Oxidation accompanied by Oxidation: III. Phenomenological Regularities of Hemiluminescence in the system $\text{LH}_2\text{-NaOCl}$ - News of AS USSR, chem. ser., 1978, N° 3. - p. 552-555.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Талаева Ю. Г., д. м. н., проф., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды (ЭЧИГОС) им. А. Н. Сысина РАМН, Романенко Н. А., д. м. н., чл.-корр. РАЕН, Институт паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского ГКСЭН РФ, Ческис А. Б., д. т. н., чл.-корр. РНАН, ВНИИСтандартизации, Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИЭЧИГОС им. А. Н. Сысина РАМН.

В основу классификации качества питьевой воды и водоисточников питьевого и рекреационного назначения положены три уровня экологической характеристики территории (удовлетворительная ситуация, чрезвычайная экологическая ситуация и экологическое бедствие) и 4 вида показателей (микробное и химическое загрязнение, наличие возбудителей паразитарных болезней и микозов человека).

В качестве показателей качества воды по результатам микробиологического анализа учитываются наличие или отсутствие патогенных микроорганизмов (возбудители холеры, брюшного тифа, паратифов, дизентерии, вирусного гепатита А, полиомиелита и других бактериальных и вирусных инфекций, передающихся водным путем), уровни загрязнения воды санитарно-показательной микрофлорой (коли-индекс - косвенный показатель эпидемической безопасности воды в отношении бактериальных инфекций; колифаги - показатель вирусного загрязнения воды).

Качество воды при удовлетворительной ситуации должно соответствовать требованиям Российского водно-санитарного законодательства (ГОСТ'ы и СанПиН'ы и др.), что обеспечивает эпидемическую безопасность воды для питьевых и рекреационных целей. Чрезвычайной экологической ситуации соответствует обнаружение в воде возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной и (или) вирусной природы при проценте положительных проб - не более 10. При таком уровне загрязнения уже могут отмечаться случаи заболеваний населения, обусловленные водным путем передачи инфекции, однако еще возможны мероприятия, обеспечивающие безопасность питьевого водоснабжения, например, путем использования индивидуальных очистных устройств. При более высоких уровнях микробного загрязнения водопотребление должно исключаться полностью в целях предупреждения массовых эпидемий, и население должно быть обеспечено привозной питьевой водой требуемого качества или должно быть эвакуировано из зоны экологического бедствия.

Санитарно-гигиеническая оценка опасности загрязнения питьевой воды и источников питьевого водоснабжения химическими веществами проводится по показателям содержания токсических веществ первого класса опасности (чрезвычайно опасные вещества - бериллий, ртуть, бенз(а)пирен, диоксин и др.); веществ второго класса опасности (высоко опасные вещества - алюминий, мышьяк, нитриты, свинец, цианиды и др.). Помимо основных показателей имеются дополнительные: содержание токсических веществ третьего и четвертого классов опасности (опасные и умеренно опасные - аммоний, никель, нитраты, хром, медь, фенолы, нефтепродукты и др.). В дополнительные показатели входят также физико-химические свойства (рН, БПК, ХПК и растворенный кислород) и органолептические характеристики (запах, привкус, плавающие примеси).

Принцип классификации водных объектов по химическому загрязнению

тот же, что и при оценке микробного загрязнения: в зоне удовлетворительной ситуации содержание химических соединений должно находиться в пределах гигиенических нормативов (предельно-допустимых концентраций). В зоне чрезвычайной экологической ситуации допустимо содержание токсических веществ первого класса опасности не более 2-3 ПДК, токсических веществ второго класса - не более 5-10 ПДК и третьего, четвертого классов - не более 10-15 ПДК. К зоне экологического бедствия относятся территории, где химическое загрязнение воды веществами первого класса опасности превышает 3 ПДК, второго класса более 10 ПДК и третьего, четвертого - более 15 ПДК. Степень опасности загрязнения водоемов питьевого назначения оценивается с учетом влияния пороговой концентрации веществ на санитарный режим водоемов и барьерной способности используемой технологической схемы водоочистки.

В гигиеническую классификацию воды применительно к понятиям зон экологического бедствия и чрезвычайной ситуации входят также показатели опасности загрязнения питьевой воды и водоемов питьевого назначения возбудителями паразитарных болезней и микозов человека. Оценку опасности питьевой воды проводят с учетом кишечных патогенных простейших: цист лямблий, дизентерийных амёб, балантидий, криптоспоридий; геогельминтов: яиц аскарид, власоглавов, трихостронгилид; биогельминтов: яиц тениид и актиномицет. Классификация предусматривает полное отсутствие возбудителей паразитарных болезней и микозов человека при удовлетворительной ситуации на территории. В зоне чрезвычайной экологической ситуации в питьевой и рекреационной воде уровень кишечных патогенных простейших не должен превышать 100 в 1 л, геогельминтов - не более 5 в л, биогельминтов - не более 10 в л, актиномицет - не более 10 тыс. в л. Более высокие показатели паразитарного загрязнения воды характеризуют территорию, где имеет место экологическое бедствие.

Заключение о степени санитарно-экологического неблагополучия может быть сделано на основании стабильного сохранения негативных значений основных показателей качества воды в течение достаточно длительного периода (не менее одного года). При этом, как правило, отклонение от нормативных величин должно наблюдаться по нескольким критериям, за исключением загрязнения водоемов и питьевой воды патогенными микроорганизмами и возбудителями паразитарных заболеваний, а также особо токсичными (чрезвычайно опасными) веществами, когда заключение о неблагополучии может быть сделано на основании одного критерия.

HYGIENIC CLASSIFICATION OF THE QUALITY OF WATER OF DIFFERENT TYPES OF WATER USE FOR ECOLOGICAL DISASTER AND EMERGENCY SITUATIONS

Rakhmanin Yu. A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Talaeva Yu. G. d.m.s., prof., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, (RIHEEH), RAMS, Romanenko N. A., d.m.s., E. I. Martinovsky Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine, SCSES RF, Cheskis A. B., d.t.s., corresponding member of RANS, All-Union Research Institute of Standardization, Mikhailova R. I., c.m.s., RIHEEH, RAMS

Three levels of ecological characteristics of the territory (satisfactory situation, emergency ecological situation and ecological disaster) and 4 types of indices (microbic and chemical contamination, presence of pathogens of parasitic diseases and human mycoses) have been laid as the basis for the classification of drinking water quality and water sources for drinking and recreation purposes.

As indicators of water quality according to microbiological analysis results the presence or absence of pathogenic microorganisms are taken into account (pathogens of cholera, typhoid fever, paratyphoids, dysentery, viral hepatitis A, poliomyelitis and of other bacterial and viral infections transmitted via water), levels of water contamination with sanitary-indicative microflora (coli-index - an indirect indicator of epidemic water safety with respect to bacterial infections, coliphages - an indicator of viral water contamination).

Water quality in case of a satisfactory situation should meet the requirements of the Russian Water Sanitary Legislation (GOSTs - State Standards and SanPiNs - Sanitary Rules and Standards, etc.), which ensures epidemic water safety for drinking and recreation purposes. Detection of pathogens of infectious diseases of bacterial and (or) viral origin with the percentage of positive samples not exceeding 10 corresponds to an emergency ecological situation. With such a level of contamination cases of morbidity of the population may already be observed caused by infection transmission via water, however, it is still possible to take measures ensuring drinking water supply safety, for example, using individual water treatment equipment. With higher levels of microbic contamination water use should be completely excluded to prevent mass epidemics, and the population should be provided with drinking water of the appropriate quality brought from somewhere else, or should be evacuated from the zone of ecological disaster.

Sanitary-hygienic assessment of the danger of drinking water and drinking water sources chemical contamination is made according to indices of content of toxic substances belonging to the first class of danger (extremely dangerous substances - berillium, mercury, benzo(a)pyrene, dioxine etc.), substances of the second class of danger (highly toxic substances - aluminum, arsenic, nitrites, lead, cyanides, etc.). Besides the main indices there are additional ones: content of toxic

substances of the third and fourth classes of danger (dangerous and moderately dangerous - ammonium, nickel, nitrates, chromium, copper, phenols, petroleum products etc.). Additional indices also include physico-chemical properties (pH, BOD, COD and dissolved oxygen) and organoleptic characteristics (odour, taste, floating admixtures).

The principle of classification of water objects according to chemical pollution is the same as according to microbic contamination: in the zone of a satisfactory situation the content of chemical compounds should be within the limit of hygienic standards (maximum allowable concentrations). In the zone of an emergency ecological situation the content of toxic substances of the first class of danger on the level not exceeding 10-15 MACs is permitted. Territories where chemical contamination of water with compounds of the first class of danger exceeds 3 MACs, of the second class - 10 MACs and of the third, fourth - exceeds 15 MACs belong to the zone of ecological disaster.

The degree of danger of contamination of Water sources used for drinking purposes is assessed with an account for the influence of the threshold concentration of substances on the sanitary regimen of water reservoirs and the barrier ability of the used technological water treatment scheme.

Hygienic water classification pertaining to the notions of ecological disaster and emergency situation also includes indicators of danger of contamination of drinking water and water sources for drinking purposes with pathogens of parasitogenic diseases and mycoses in humans. Drinking water danger is assessed taking into consideration enteric pathogenic protozoa: lamblia cysts, dysenteric amebae, balantidiae, cryptosporidiae; geohelminths: eggs of ascarides, Trichuris trichiurae, Trichostrongylus; biohelminths: Taenia and Actinomyces eggs. The classification envisages a complete absence of pathogens of parasitogenic diseases and mycoses in humans in a satisfactory situation on the territory. In the zone of an emergency ecological situation the level of enteric pathogenic protozoa in drinking and recreation water should not exceed 100 in 1 l, of geohelminths - not more than 5, of biohelminths - not more than 10, of actinomyces - not more than 10 thousand. Higher values of parasitologic water contamination indices characterize a territory with an ecological disaster.

A conclusion on the degree of sanitary - ecological trouble can be drawn on the basis of stable persistence of negative values of the main indices of water quality throughout a sufficiently long period of time (not less than a year). As a rule, deviations from standards should be observed in a number of criteria, with the exception of water sources and drinking water contamination with pathogenic microorganisms and parasitogenic diseases pathogens, as well as with most toxic (extremely dangerous) substances, in which case a conclusion on the unfavorable situation can be drawn on the bases of a single criterion.

КЛАССИФИКАЦИЯ БАРЬЕРНОЙ РОЛИ СООРУЖЕНИЙ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ В ОТНОШЕНИИ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Недачин А. Е., к. м. н., с. н. с., Карпова Е. А., к. м. н., с. н. с., Филиппова А. К., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН

Общепринятая в Российской Федерации водообработка в системах централизованного водоснабжения населенных мест включает первичное отстаивание, коагуляцию, отстаивание, фильтрацию и обеззараживание газообразным хлором. Сорбционные, окислительно-сорбционные методы очистки и обеззараживание посредством озонирования используются на единичных водопроводах. Подземные воды подаются, как правило, без всякой обработки или только после их дезинфекции хлором.

В результате изучения барьерной роли водоочистных сооружений централизованных систем водоснабжения, проведенное НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН на примере городов Москвы, Саратова, Астрахани, Ленинска и ряда других, разработана классификация показателей качества воды по эффективности ее очистки на водопроводных станциях.

Таблица. Классификация показателей качества воды по эффективности очистки на водопроводных станциях

Э ф ф е к т и в н о с т ь о ч и с т к и			
Высокая	Умеренная	Отсутствие	Ухудшение
ОМЧ Коли-индекс Сальмонеллы Яйца гельминтов Цисты лямблий Цветность Мутность Бенз(а)пирен	Окисляемость Железо Марганец Нефтепродукты СПАВ Вирусы Коли-фаги Клостридии (сульфитредуцирующие)	Солевой состав Тяжелые металлы Показатели коррозийной активности Азотсодержащие соединения Радионуклиды Фракции ДВ-молекул	Алюминий Остаточный хлор Тригалометаны и другие галогенсодержащие углеводороды Токсичность для гидробионтов Формальдегид Мутагенная активность

Как видно из таблицы, высокая эффективность очистки, достигающая по отдельным показателям более 99,9% и обеспечивающая, как правило, соблюдение гигиенических требований, отмечается по бактериологическим и паразитологическим показателям, цветности и мутности воды, содержанию в воде полициклических ароматических углеводородов (по бенз(а)пирену). Вместе с тем при имеющих место отклонениях от требуемых режимов коагулирования и обеззараживания воды эти показатели и, в особенности, показатели цветности и паразитологические могут существенно ухудшаться.

Умеренная эффективность очистки характерна для нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) и окисляемости воды, растворенного железа и марганца, а также сульфитредуцирующих клостридий и вирусов. Последние в настоящее время приобретают особо

важное значение не только в связи с интенсивным ростом вирусного загрязнения открытых водоемов, но и с их непосредственным негативным воздействием на здоровье населения. Проблема вирусного загрязнения питьевой воды централизованных систем водоснабжения приобрела серьезную актуальность.

Практически транзитом проходят водопроводные сооружения такие загрязнители как тяжелые металлы, азотсодержащие соединения, радионуклиды, неизменным остается и основной солевой состав. Для повышения надежности водоочистки в отношении этой группы показателей требуются специальные методы очистки - сорбционные, окислительно-сорбционные, а при необходимости и методы опреснения.

Четвертая группа показателей порождается в основном самими процессами водоочистки и связана с ухудшением качества исходной воды по содержанию алюминия (при коагулировании воды), активного хлора, тригалометанов и других галогенсодержащих углеводородов (при хлорировании воды), формальдегида (при озонировании воды), а также с возможным ухудшением по показателям ее токсичности для гидробионтов и суммарной мутагенной активности, отражающим сложные процессы трансформации химических загрязняющих веществ при очистке и обеззараживании воды на водопроводных сооружениях. Наиболее важным для этой группы показателей является индивидуальный подбор технологической схемы и режима обработки воды на конкретной водопроводной станции с учетом качества исходной воды и времени года.

Изучение барьерной роли традиционных технологий водоподготовки на примере централизованных систем водоснабжения ряда городов по течению р. Волги (г. г. Москва, Саратов, Астрахань) показало, что существующие водоочистные сооружения обеспечивают достаточно эффективную очистку по мутности (41-87%), цветности (30-57%), содержанию полициклических ароматических углеводородов (45-50%), бактериологическим показателям (99,99%). Вместе с тем, показано, что достаточная эффективность по вирусному загрязнению традиционной технологии водоочистки достигается лишь при низком уровне содержания колифагов в речной воде - не более 9 БОЕ/л. Установлено, что при обработке воды коагулянтom в дозе 5 мг/л и менее фаги и вирусы проходят через барьер очистных сооружений. Водоподготовка практически не очищала воду от основных металлов (процент ретенции тяжелых металлов I и II класса опасности при расчете содержания их по комплексному показателю не превышал 10-15%) и приводила к резкому ухудшению качества воды, обработанной хлором, по галоформным соединениям, особенно в весенне-летний период. Комплексный показатель содержания галоформных соединений в питьевой воде г. Астрахани в период наблюдения превышал рекомендуемую величину (<1) в 2,3-6 раз, что коррелировало с наиболее высокой суммарной мутагенной активностью питьевой воды г. Астрахани во всех вариантах опыта.

Разработанная выше классификация позволяет не только направленно осуществлять систему мониторинга за качеством питьевой воды и модифицировать технологические процессы в системах централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных мест, но и, в определенной мере, является основой для изучения влияния питьевой воды на здоровье населения, а также целенаправленной разработки и внедрения бытовых водоочистных устройств с учетом общих характеристик качества питьевой воды в стране или ее региональных особенностей.

CLASSIFICATION OF THE BARRIER ROLE OF WATERWORKS FACILITIES WITH RESPECT TO THE MAJOR BIOLOGICAL AND CHEMICAL CONTAMINANTS

Mikhailova R.I., c.m.s., Rakhmanin Yu.A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Nedachin A.E., c.m.s., Karpova E.A., c.c.s., Filippova A.K., c.m.s., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS

The commonly used in the Russian Federation water treatment in the centralized water supply systems of residential areas includes initial settling, coagulation, settling, filtration and decontamination with gaseous chlorine. Sorption, oxidation-sorption methods of treatment and decontamination by ozonation are used in a few water pipe-lines. Underground waters usually get to the waterworks without any pretreatment or following only disinfection by chlorine.

As result of studies of the barrier role of water treatment facilities of centralized waterworks systems carried out at A.N.Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS in Moscow, Saratov, Astrakhan, Leninsk and a number of other cities, a classification of water quality indices has been developed according to the efficiency of water treatment at waterworks.

Table. Classification of water quality indices according to the treatment of water at waterworks.

T r e a t m e n t e f f i c i e n			
High	Moderate	Absence	Impairment
TMC Coli-index Salmonellae Helminths eggs Lambliia cysts Colour Turbidity Benzo(a)pyrene	Water oxidation susceptibility Iron Manganese Petroleum products with SAS Viruses Coli-phages Clostridium (sulfite-reducing)	Mineral composition Corrosive activity indices Nitrogen-containing compounds Radionucleids DV molecules fractions	Aluminum Residual chlorine Trihalomethanes and other halogen-containing hydrocarbons Toxicity for hydrobionts Formaldehyde Mutagenic activity

As is evident from the table, high treatment efficiency, reaching more than 99.9% according to individual indices, and ensuring, as a rule, meeting hygienic requirements, is observed in bacteriological and parasitologic indices, colour and turbidity of water, surface-active substances and polycyclic hydrocarbons (according to benzo(a)pyrene) content in water. Alongside with that, in case of deviations from the required regimes of coagulation and decontamination which sometimes take place, these indices, and especially colour and parasitologic indices, may be significantly impaired.

Moderate efficiency of water treatment is characteristic of petroleum products, synthetic surface-active substances (SAS) and water oxidizability, dissolved iron and manganese, as well as sulfite - reducing clostridium and viruses. The latter are gaining special importance today not only due to an intensive growth of viral contamination of open water reservoirs, but also due to their direct negative influence on the health of the population. The problem of drinking water viral contamination in centralized water supply systems has become extremely urgent.

Such contaminants as heavy metals, nitrogen-containing compounds, radionuclides practically pass as transit goods through water pipe-line facilities, the basic mineral composition also being unchanged. To increase the reliability of water treatment with respect to this group of indices special treatment methods - sorption, oxidation-sorption, and if necessary, desalination techniques are required.

The fourth group of indices is formed mainly by water treatment processes themselves and is associated with the impairment of the initial water quality with respect to aluminum (in the process of water coagulation), active chlorine, trihalomethanes and other halogen-containing hydrocarbons (in the process of water chlorination), formaldehyde (in the process of water ozonation), as well as with the possible impairment according to the indicators of its toxicity for hydrobionts and total mutagenic activity reflecting complex processes of chemical pollutants transformation in the process of water treatment and decontamination at waterworks facilities. The most important for this group of parameters is an individual approach to the choice of the technological scheme and regimen of water treatment at a given waterworks with an account for the initial water quality and season.

Studies of the barrier role of the traditional technologies of water pretreatment carried out on the basis of the centralized water supply systems in a number of cities along the Volga river (Moscow, Saratov, Astrakhan) have shown, that the existing water treatment plants ensure a sufficiently effective treatment as far as turbidity is concerned (41-87%), for colour - 30-57%, polycyclic aromatic hydrocarbons content - 45-50%, bacteriological parameters - 99,9%. Alongside with that, it has been shown that adequate effectiveness for the viral contamination can be achieved using the traditional water treatment technology only in case of a low level of coli-phages in rivers - not more than 9 PFU/l. It has been revealed, that in the process of water treatment with a coagulant in the dose of 5 mg/l and less phages and viruses pass through the treatment facilities barrier. Water treatment practically did not remove the main metals (retention percentage of heavy metals of the I and II classes of danger did not exceed 10-15 % when calculated according to the integral index) and caused dramatic impairment of the quality of chlorine treated water with respect to halocompounds, especially in spring and summer. The integral index of halocompounds in the drinking water of Astrakhan during the observation period exceeded the recommended value (<1) 2-3 times fold, which correlated with the highest total mutagenic activity of drinking water in

Astrakhan in all variants of the experiment.

The mentioned above classification makes it possible not only to systematically monitor drinking water quality and to modify technological processes in centralized systems of utility - domestic and drinking water supply in residential areas, but also, to a certain degree, is the basis for studying the effect of drinking water on the health of the population, as well as for the development and application of domestic water treatment devices taking into account general characteristics of drinking water quality in the country or its regional peculiarities.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ИНФИЦИРОВАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ МИКОБАКТЕРИИ ТУБЕРКУЛЕЗА, МЕТОДОМ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

Талаева Ю. Г., д. м. н., проф., Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Донерьян Л. Г., к. м. н., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, Аникин В. А., к. м. н., ЦНИИ туберкулеза

В современных условиях проблема противоэпидемической безопасности систем водоснабжения и водоотведения приобретает все более актуальное значение. Одним из путей решения ее является эффективное обеззараживание эпидемически опасных сточных вод инфекционных больниц, мясокомбинатов, предприятий микробиологической промышленности и т. д.

Для обеззараживания таких стоков нами использовалась радиоизотопная гамма-установка с источником излучения из радионуклида $Co-60$ с активностью 2,43 кКи и длиной электро-магнитных волн 0,011-0,0017 мкм. Рекомендацией к применению указанного метода для дезинфекции сточных вод является сочетание биоцидной эффективности гамма-лучей с их высокой проникающей способностью. С гигиенической точки зрения метод обеззараживания сточных вод безопасен, поскольку отсутствует опасность приобретения сточными водами индуцированной радиоактивности.

Для экспериментальных исследований были взяты модельные хозяйственно-бытовые сточные воды с внесением дополнительных загрязнений и нативные сточные воды туберкулезного стационара.

Фоновое содержание сальмонелл в модельных сточных водах составляло около 10^2 кл/л, колифагов - 10^6 БОЕ/л, а величина коли-индекса находилась на уровне 10^9 кл/л. Дополнительное заражение сальмонеллами проводили суточной культурой, выделенной из воды р. Москвы, до уровня 10^6 кл/л. В качестве микобактерий туберкулеза использовался штамм "Academia", вносящийся из расчета 50 микробных тел в 1 мл (мт/мл) и 500 мт/мл. Для обработки сточных вод применялся широкий спектр доз облучения: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 М рад. Время обработки составляло - 5 мин.

В результате проведения нескольких серий исследований установлена

минимальная действующая доза облучения - 0,3 М рад. Эффективность обработки воды в данном режиме наблюдалась как в отношении возбудителей кишечных инфекций (коли-индекс снижался в среднем до 10^2 кл/л, число сальмонелл и колифагов - до полного их отсутствия, то есть достигались величины, соответствующие СанПиН'у 4630-88 "Охрана поверхностных вод от загрязнений"), так и в отношении микобактерий туберкулеза, которые также полностью инактивировались.

При исследовании нативных сточных вод туберкулезного стационара была обнаружена значительная инфицированность их микобактериями туберкулеза. После облучения дозами дозы 0,3 М рад и более рост микобактерий не наблюдался.

Для оценки качества вод, обработанных гамма-облучением, проведен санитарно-химический анализ, в результате которого установлено, что гамма-облучение практически не влияло на органолептические (цветность, мутность) показатели воды, несколько уменьшалось содержание легкой органики (по показателям перманганатной окисляемости), скорости биохимического потребления кислорода, содержания органического углерода, отмечалось некоторое уменьшение содержания азотсодержащих веществ. Количество полициклических ароматических углеводородов, обладающих онкогенным и мутагенным действием, снижалось с 0,004 мкг/л до 0. На содержание в воде тяжелых металлов гамма-облучение не оказывало какого-либо воздействия.

Оценка новых технологий обеззараживания требует изучения трансформации химических веществ, в результате которых могут образовываться соединения, опасные в мутагенном отношении. Результаты исследований на культуре *Salmonella typhimurium* в тесте Эймса не обнаружили мутагенной активности в облученных водах. Биотестирование вод, подвергнутых облучению, с помощью гидробионтов (простейших и рачков) также не выявило разницы между исходными и обеззараженными посредством гамма-облучения водами. Таким образом, обработка сточных вод, содержащих микобактерии туберкулеза, гамма-облучением, является эффективной, не приводит к каким-либо негативным последствиям и может быть рекомендована к применению в практике обеззараживания стоков от инфекционных и туберкулезных больниц и диспансеров.

DECONTAMINATION OF INFECTED WASTE WATERS CONTAINING TUBERCULOSIS BACTERIA USING GAMMA-IRRADIATION

Talayeva Yu. G., d.m.s., prof., Rakhmanin Yu. A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Doneryan L. G., c.m.s., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS, Anykin V. A., c.m.s., Central Research Institute of Tuberculosis

Today the problem of antiepidemic safety of water supply and disposal is gaining more urgent significance. One of the ways of its solution is effective decontamination of epidemically dangerous waste waters of infectious diseases hospitals, meat-packing plants, microbiological enterprises, etc.

For decontamination of such waste waters we used a radio-isotop gamma-device with an irradiation source from a radionuclid Co-60 with 2.43 kKu activity and 0.011-0.0017 mkm wave length. The mentioned above method can be used for waste waters disinfection due to a combination of biocidal effectiveness of gamma-irradiation with its high penetration ability. The method is safe from the hygienic point of view, since there is no risk of acquiring induced radioactivity by waste waters.

For experimental studies model utility-domestic waste waters were taken, into which additional contaminatns had been administered, as well as native waste waters from the tuberculosis hospital.

The background Salmonella content in model waste waters was about 10^2 cells/l, coli-phages - 10^6 PFU/l, while coli-index value was on the level of 10^9 cells/l. Additionally a 24-hour culture isolated from the Moscow river water was administred into the model water to raise Salmonella level up to 10^6 cells/l. "Academia" strain was used as tuberculosis mycobacteria (50 microbic units per 1 ml (mu/ml) and 500 mu/ml. A wide range of irradiation doses was used for waste waters treatment: 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 and 0.5 M/rad. As result of a number of series of experiments the lowest-observed-effect dose was identified as 0.3 M/rad. The efficiency of water treatment in such a regimen was observed both with respect to enteric infections pathogens (on the average coli-index was reduced down to 10^2 cells/l, Salmonella and coli-phages content - down to their complete absence, i.e. the values were reached, which are in comptiance with Sanitary Rules and Standards 4630-88 "Surface Waters Protection from Contaminations"), and with respect to tuberculosis mycobacteria which were also completely inactivated.

In studying native waste waters of the tuberculosis hospital their significant contamination with tuberculosis mycobacteria was revealed. Following irradiation with the doses 0.3 M/rad and higher mycobacteria growth was not observed.

As result of a sanitary-chemical analysis carried out to assess the quality of waters treated by gamma-irradiation, gamma-irradiation was found to practically have no influence on organoleptic (colour, turbidity) water indices, the content of light organics was slightly reduced (according to permanganate

oxidizability, biochemical oxygen consumption rate, organic carbon content), a certain reduction of nitrogen-containing substances content. The amount of benzo(a)pyrene producing carcinogenic and mutagenic effects was reduced from 0.004 mkg/l down to 0. Gamma irradiation did not produce any effect on heavy metals levels in water.

New decontamination technologies assessment requires investigation of chemicals transformations as result of which mytagenic compounds may be produced. Aimes test on Salmonella typhimurium culture did not reveal mutagenic activity in irradiated waters. Biotesting of irradiated waters with the help of hydroblonts did not reveal the difference between the initial and gamma-irradiation decontaminated waters either. Thus, gamma-irradiation treatment of waste waters containing tuberculosis mycobacteria is effective, does not cause any negative consequences and can be recommended to be used in the practice of decontamination of waste waters from infectious diseases tuberculosis hospitals and dispensaries.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ И СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ БЫВШЕГО СССР

Ю. А. Рахманин, д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл. - корр. РАМН,
Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены
окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, Роговец А. И.,
Госкомсанэпиднадзора РФ, Ческис А. Б., д. т. н., чл. - корр. РАМН,
ВНИИстандартизации.

Согласно данным официальной статистической отчетности, выборочно представленных за 1983 (табл. 1) и 1988 (табл. 2) годы, примерно каждая восьмая из исследованных проб питьевой воды не отвечала действующим в СССР гигиеническим требованиям (ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая", включающий до 28 основных контролируемых показателей качества) по бактериологическим показателям и каждая пятая проба - по химическим показателям. Как видно из таблиц, при существовавшем значительном разнообразии данных по отдельным республикам Российская Федерация, на долю которой приходилось примерно 2/3 всех водопроводов, занимала срединное положение. Более глубокий анализ положения в России показал, что в 45% отрицательных бактериологических анализов питьевая вода представляла опасность в эпидемическом отношении, а более 10% проб, отрицательных по химическому анализу, содержали химические вещества в количествах, опасных для здоровья. Однако и эта удручающая картина не в полной мере отражает реально сложившуюся картину в связи с крайне ограниченными возможностями мониторинга за качеством питьевой воды. Существующая система контроля качества питьевой воды не позволяет в полной мере контролировать сложившуюся неблагоприятную санитарно-экологическую ситуацию и определять реальную степень ее опасности для здоровья человека как на уровне практической санитарной службы и водохозяйственных организаций, так и в гигиенических учреждениях страны. В стране практически отсутствуют лаборатории по сертификационному анализу воды на уровне рекомендаций Всемирной организации здравоохранения. Наиболее слабыми звеньями лабораторного контроля являются определение галоформных соединений, образующихся при обеззараживании воды хлором, полициклические ароматические углеводороды, суммарные альфа- и бета-радиоактивности, паразитологические и вирусологические анализы, биотестирование.

Углубленный анализ питьевой воды, проведенный гигиеническими научно-исследовательскими институтами, в ряде городов страны, позволяет предположить ее несоответствие гигиеническим требованиям более, чем в 90% централизованных систем водоснабжения.

Основными высокоприоритетными загрязнителями питьевой воды централизованных систем водоснабжения являются тяжелые металлы, продукты коррозии, солевой состав (сульфаты, хлориды, соли жесткости), галоформные соединения, образующиеся при обеззараживании воды хлором, вирусы, возбудители паразитарных заболеваний. Для отдельных регионов показана возможность загрязнения питьевой воды фенолами и диоксинами, отмечена ее мутагенная активность.

Существующие системы централизованного водоснабжения, особенно для крупных населенных мест, основаны в значительной мере на использовании более загрязненных (по сравнению с подземными) поверхностных источников водоснабжения, технологии их очистки базируется, главным образом, на процессах коагулирования, отстаивания, фильтрации и обеззараживании хлором, эффективность которых для должной очистки воды не только сама по себе недостаточна в ряде случаев при

резко возросшем уровне техногенного и антропогенного загрязнения водоемных объектов, но и зачастую недостаточна из-за низкой обеспеченности водопроводных хозяйств соответствующими реагентами, нарушения проектных режимов эксплуатации водоочистных сооружений, вторичного загрязнения воды в разводящей сети из-за использования трубопроводов из интенсивно корродирующих материалов. В единичных случаях используются новейшие технологии, включающие сорбционные, окислительно-сорбционные, флотационные процессы, озонирование и фторирование воды. Практически не осуществляется стабилизационная обработка воды для уменьшения ее коррозионной активности. В крайне недостаточной мере развиты исследования по контролю влияния загрязнения воды химическими веществами на состояние здоровья населения.

Все это требует коренного пересмотра научно-практических основ централизованного водоснабжения и системы контроля качества воды, подаваемой населению, на территории бывшего СССР.

Таблица 1. Характеристика централизованных систем водоснабжения городов СССР по республикам (1983 г.).

Республики	Число водопроводов	Число водопроводов, несоответств. сан. требованиям				Количество проб воды, не соответствующих санитарным нормам, %	
		В С Е Г О	из-за отсутствия			по химическим показателям	по бактериологическим показателям
			ЗСО	комплексов очистных сооружений	обеззараживающих установок		
РСФСР	54615	6973 (13%)	5704	1265	843	19	7
УССР	14005	774 (3%)	578	512	22	12	12
БССР	7884	1211 (15%)	1182	25	4	24	11
Уз. ССР	3004	723 (24%)	482	49	620	21	9
ГССР	1422	863 (60%)	352	1	863	6	48
Тур. ССР	240	98 (40%)	53	79	74	30	25
Тад. ССР	579	209 (35%)	71	24	173	16	30
Каз. ССР	2133	337 (13%)	45	67	257	18	15
Кир. ССР	879	52 (6%)	8	6	40	3	16
Аз. ССР	634	31 (5%)	16	16	24	12	15
Арм. ССР	771	313 (40%)	182	4	294	5	14
Мол. ССР	1464	35 (2%)	30	-	4	15	10
Лит. ССР	1323	118 (8%)	59	41	29	20	10
Лат. ССР	893	41 (4%)	22	15	1	13	3
Эст. ССР	2789	329 (12%)	242	50	51	10	15
С С С Р	91932	12107 (12%)	8826	1693	3499	16	13

Таблица 2. Характеристика качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по республикам за 1986-1988 гг.

--

Коммунальные водопроводы, Ведомственные водопроводы	Процент нестандартных проб					
	по химическим показателям			по бактериологическим показателям		
	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.
С С С Р	18/18	17/18	18/15	9/15	8/14	9/14
Р С Ф С Р	20/20	19/20	19/22	9/15	8/14	9/15
У С С Р	11/13	11/13	12/14	8/12	8/11	8/12
Б С С Р	23/32	27/36	27/33	7/11	6/11	7/11
Уз. ССР	23/15	23/25	25/27	12/24	9/21	9/20
Каз. ССР	17/13	16/16	13/12	9/11	7/10	6/8
Груз. ССР	9/13	10/11	10/4	7/35	10/20	11/25
Аз. ССР	40/14	39/7	34/13	19/14	21/16	23/12
Лит. ССР	12/24	12/24	21/24	2/10	2/9	2/10
Молд. ССР	10/15	8/14	10/18	5/11	4/10	4/12
Латв. ССР	28/39	28/38	27/40	5/11	5/10	6/10
Кирг. ССР	3/3	4/4	4/4	12/16	11/17	11/16
Тадж. ССР	17/13	10/10	24/18	14/27	12/29	10/32
Арм. ССР	7/5	5/7	5/11	8/20	7/21	8/23
Турк. ССР	33/33	32/26	29/23	24/44	22/47	21/35
Эст. ССР	8/19	7/18	7/15	10/17	7/15	10/27

HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER QUALITY AND OF CENTRALIZED UTILITY - DRINKING WATER SUPPLY SYSTEMS ON THE TERRITORY OF THE FORMER USSR

Rakhmanin Yu. A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS, Rogovets A.I., State Committee of Sanitary and Epidemiological Surveillance, RF, Cheskis A.B., d.t.s., corresponding member of RANS, All-Union Research Institute of Standardization.

According to official statistical reports data part of which is presented in Table 1 (year 1983) and Table 2 (year 1988), approximately each eighth out of the analysed drinking water samples did not meet the existing in the USSR hygienic requirements (GOST - State Standard - 2874-82 "Drinking Water" including up to 2 major quality indicators) for bacteriological indices and each fifth sample - for chemical indices. As is seen in the Tables, the data on individual Republics being significantly diverse, the Russian Federation, which had about 2/3 of all pipe-lines, occupies a median position. A more thorough analysis of the situation in Russia has shown, that in 45% of negative bacteriological analyses drinking water appeared to be dangerous from the epidemic point of view, and more than 10% of samples with a negative chemical analysis result contained chemicals in quantities presenting health risk. However, such a depressing picture does not fully reflect the existing situation due to very limited possibilities of drinking water quality monitoring. The existing of drinking water quality monitoring does not allow to fully control the existing unfavorable situation and determine the real degree of risk it has for human health both on the level of the practical sanitary service and water supply organizations, and hygienic institutions of the country. There are practically no laboratories in the country on water certification analysis at the level of WHO recommendations. The weakest points of the analysis are determination of halocompounds formed as result of water decontamination by chlorine, SAS, total alfa- and beta-radioactivity, parasitologic and virologic analyses, biotesting.

Thorough drinking water analysis carried out at research institutes in a number of cities suggests that it does not meet hygienic requirements in more than 90% of centralized water supply systems.

The main high priority contaminants of drinking water in centralized water supply systems are heavy metals, corrosion products, mineral composition (sulfates, chlorides, hardness minerals), halocompounds formed as result of water disinfection by chlorine, viruses, parasitic diseases pathogens. It has been shown that there is a possibility of drinking water contamination with phenols and dioxines in some regions, its mutagenic activity has been taken notice of.

The existing centralized water supply systems, especially for large residential areas, to a significant extent are based on the use of more contaminated (compared to underground waters) surface sources of water supply; their treatment technologies

are mainly based on processes of coagulation, settling and chlorine disinfection, the efficiency of which is not only insufficient in itself in a number of cases, technogenic and anthropogenic contamination of water sources having increased drastically, but also is insufficient due to the fact, that water supply plants are poorly provided with reagents, project maintenance regimes of water treatment facilities are violated, due to secondary contamination of water in the water distribution line associated with the use of pipe-lines made of corrosive materials. In individual cases newest technologies are used which include sorption, oxidation - sorption, floatation processes, ozonation and fluorination of water. Stabilization treatment of water to reduce its corrosive activity practically is not done. Studies carried out so far on chemical water pollution effects on the health of the population are extremely insufficient.

Therefore, it is necessary that scientific-practical bases of centralized water supply and the system of quality control of water distributed to the population on the former USSR territory be revised thoroughly.

Table 1. Characteristics of centralized water supply systems in cities of the USSR (in individual republics), 1983.

Repub- lics	Num- ber of water pipe- lines	Number of pipe-lines meeting sanitary requirements				Number of wa- ter samples not meeting sanitary standards (%)	
		Total	Due to the absence of			for chemi- cal para- meters	for bacte- riolo- gical para- meters
			3CO	Treat- ment	Decon- tamina- instal- lati- ons		
RSFSR	54615	6973 (13%)	5704	1265	843	19	7
Uk. SSR	14005	774 (3%)	578	512	22	12	12
BSSR	7884	1211 (15%)	1182	25	4	24	11
UzSSR	3004	723 (24%)	482	49	620	21	9
GSSR	1422	863 (60%)	352	1	863	6	48
Tur. SSR	240	98 (40%)	53	79	74	30	25
Tad. SSR	579	209 (35%)	71	24	173	16	30
Kaz. SSR	2133	337 (13%)	45	67	257	18	15
Kir. SSR	879	52 (6%)	8	6	40	3	16
AZ. SSR	634	31 (5%)	16	16	24	12	15
Arm. SSR	771	313 (40%)	182	4	294	5	14
Mol. SSR	1464	35 (2%)	30	-	4	15	10
Jith. SSR	1323	118 (8%)	59	41	29	20	10
Jat. SSR	893	41 (4%)	22	15	1	13	3
Est. SSR	2789	329 (12%)	242	50	51	10	15
USSR	91932	12107 (12%)	8826	1693	3499	16	13

Table 2. Characteristics of centralized water supply systems in Republics (1986-1988).

Communal Water pipelines (departmental)	Percentage of non-standard samples					
	according to chemical parameters			according to bacteriological parameters		
	1986	1987	1988	1986	1987	1988
USSR	18/18	17/18	18/15	9/15	8/14	9/14
RSFSR	20/20	19/20	19/22	9/15	8/14	9/15
Uk. SSR	11/13	11/13	12/14	8/12	8/11	8/12
BSSR	23/32	27/36	27/33	7/11	6/11	7/11
Uz. SSR	23/15	23/25	25/27	12/24	9/21	9/20
Kaz. SSR	17/13	16/16	13/12	9/11	7/10	6/8
GSSR	9/13	10/11	10/4	7/35	10/20	11/25
Az. SSR	40/14	39/7	34/13	19/14	21/16	23/12
Lith. SSR	12/24	12/24	21/24	2/10	2/9	2/10
Mol. SSR	10/15	8/14	10/18	5/11	4/10	4/12
Lat. SSR	28/39	28/38	27/40	5/11	5/10	6/10
Kir. SSR	3/3	4/4	4/4	12/16	11/17	11/16
Tad. SSR	17/13	10/10	24/18	14/27	12/29	10/32
Arm. SSR	7/5	5/7	5/11	8/20	7/21	8/23
Turk. SSR	33/33	32/26	29/23	24/44	22/47	21/35
Est. SSR	8/19	7/18	7/15	10/17	7/15	10/27

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ПАРАЗИТОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОД В РОССИИ

Романенко Н. А., д. м. н., чл.-корр. РАЕН, Институт медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского ГКСЭН РФ, Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Новосильцев Г. И., к. м. н., с. н. с., ИМПИТМ, Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН

В связи с антропогенным воздействием на природные водоисточники значительно возросло загрязнение их возбудителями паразитозов: лямблиями, криптоспоридиями и др., обладающими высокой проникающей способностью при фильтрации воды и более выраженной, по сравнению с бактериями и вирусами, резистентностью к действию дезинфектантов.

В течение 1988-1994 г.г. нами проводились специальные санитарно-паразитологические исследования питьевой воды, воды поверхностных водоемов-источников питьевого и рекреационного водоснабжения, городских и фановых сточных вод, поверхностного стока на территории населенных мест Московской, Ленинградской, Астраханской областей и Хабаровского края. При исследовании 368 проб воды из рек Амур, Волга, Москва, Нева возбудители кишечных паразитозов обнаружены в 162 (44%) пробах. Зарегистрировано 9 разновидностей паразитарных агентов: цисты лямблий, балантидиев, ооцисты криптоспоридий, яйца аскарид, власоглавок, токсокар, дикроцелиумов, дифиллоботриид, онкосферы тениид.

Впервые проведенные санитарно-паразитологические исследования в Хабаровском крае (река Амур от г. Николаевска-на-Амуре до г. Хабаровска), Астраханской (река Волга) и Московской (река Москва) областях позволили выявить высокие экстенсивные и интенсивные показатели загрязненности воды яйцами гельминтов и цистами патогенных простейших не только в местах водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, но и массового отдыха населения (городские пляжи, базы отдыха и т. д.). Отмечены единичные случаи обнаружения цист лямблий в питьевой воде городов Санкт-Петербурга, Астрахани, Хабаровска, Николаевска-на-Амуре.

Основными путями попадания возбудителей кишечных паразитозов в поверхностные водоемы являются сбросы неочищенных городских и фановых сточных вод, животноводческих стоков. Так, при исследовании 70 проб жидких животноводческих стоков в Хабаровском крае и Московской области - 68 содержали возбудителей паразитарных заболеваний.

Таким образом, обнаружение возбудителей кишечных паразитозов в питьевой воде, воде поверхностных водоемов и рекреационных водах делает их эпидемически опасными и свидетельствует о существенной роли в распространении паразитарных заболеваний среди населения.

Данные факты должны стать объектом серьезного внимания санитарных врачей, эпидемиологов и паразитологов на местах при осуществлении текущего и предупредительного санитарного надзора за работой водоочистных сооружений, а также технологов при совершенствовании систем водоочистки.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF DRINKING AND RECREATIONAL WATER SOURCES CONTAMINATION WITH PARASITOSE PATHOGENS IN RUSSIA

Romanenko N.A., d.m.s., E.I. Martinovsky Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine (IMPTM), SCSES RF, Rakhmanin Yu.A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, (RIHEEH), RAMS, Novosiltsev G.I., c.m.s., IMPTM, SCSES RF, Mikhailova R.I., c.s.m., RIHEEH, RAMS

Anthropogenic exposure has caused a significant increase of natural water sources contamination by parasitoses pathogens: lamblia, cryptosporidia etc., possessing a high penetrating ability through filters in water treatment and a more pronouncely expressed compared to bacteria and viruses resistance to disinfectants exposure.

During 1988-1994 we carried out special sanitary-parasitologic studies of drinking water, the water of surface reservoirs - sources of drinking and recreational water supply, municipal and water transport waste waters, surface wastes on the territory of residential areas in the Moscovskaya, Leningradskaya, Astrakhanskaya oblasts (districts) and Khabarovsk Region. Out of 368 water samples from the Amur, Volga, Moskva, Neva rivers enteric parasitic pathogens were detected in 162 (44%) ones. 9 types of parasitic agents were registered: lamblia, balantidia cysts; cryptosporidia oocytes, eggs of ascarides, Trichuris trichiura, toxocars, dicrocoelium, diphyllbothrids, Taenia oncospheres.

Sanitary-parasitologic studies carried out for the first time in the Khabarovsk Region (the Amur river from the city of Nikolayevsk-on-Amur up to Khabarovsk), Astrakhanskaya (the Volga river), Moscovskaya (the Moskva river) oblasts (districts) revealed high extensive and intensive indicators of water contamination with helminth eggs and enteric pathogenic protozoa cysts not only in zones of water intake for utility - drinking water supply, but also in recreational areas (city beaches, recreation camps etc.). There were a few cases of lamblia cysts detection in drinking water of St. Petersburg, Astrakhan, Khabarovsk, Nokolayevsk-on-Amur.

Parasitoses enteric pathogens mainly get into surface reservoirs from untreated municipal, water transport, animal raising plants waste waters. Out of 70 waste waters of an animal raising plant in the Khabarovsk Region and Moscovskaya district 68 contained pathogens of parasitic diseases.

Thus, the facts, that enteric parasitoses pathogens are detected in drinking water surface reservoirs and recreational waters, implies that they are epidemically dangerous and that they play a significant role in the spreading of parasitic diseases among the population.

Those fact should be subjected to serious attention of sanitary physicians, epidemiologists and parasitologists locally in the process of current and preventive sanitary surveillance over the functioning of water treatment plants, as well as of technologists in the process of updating water treatment systems.

ОЦЕНКА СУММАРНОЙ МУТАГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Соколовский В. В., к. м. н., с. н. с., Журков В. С., д. м. н., проф., Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл.-корр. РАМН, Рыжова И. Н., к. м. н., с. н. с., Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН

Уровень суммарной мутагенной активности (СМА) органических микрозагрязнений питьевой воды является интегральным показателем ее качества, позволяющим производить быструю оценку воды на загрязнение мутагенами/канцерогенами.

На протяжении ряда лет изучали СМА питьевой воды в г. Москве и ряде других городов РФ. Пробы отбирали на полимерный сорбент "Сепарон": через колонку с сорбентом пропускали около 200 л воды, затем сорбент извлекали, высушивали и экстрагировали ацетоном. Растворитель упаривали до сухого остатка, который растворяли в 1,5 мл диметилсульфоксида. Из полученного концентрата готовили ряд разведений. На чашку вносили 0,1 мл тестируемого раствора. Эквивалентное количество "литров воды на чашку" рассчитывали, исходя из фактора концентрации (который составлял до $\times 10^5$) и последующих разведений.

Оценку мутагенности проб проводили в тесте Эймса на индикаторных штаммах *Salmonella typhimurium* TA 98 и TA 100 в присутствии или отсутствии системы метаболической активации (соответственно, варианты +МС и -МС). Мутагенный эффект квалифицировали как слабый при превышении среднего количества колоний-ревертантов в опыте над таковыми в контроле в 2-3 раза, как средний - в 4-10 раз, как сильный - в 11-30 раз и как очень сильный - свыше 30 раз.

По результатам экспериментов устанавливали "минимальный эффективный объем" (МЭО) - количество условных литров исходной воды на чашку, вызывающих достоверный мутагенный эффект. Обратная величина (1/МЭО) служила показателем СМА питьевой воды.

В г. Москве мониторинг СМА осуществлялся в трех районах города, снабжающихся питьевой водой от трех водопроводных станций (ВС), а также на четырех ВС, использующих воду из двух различных речных систем: р. Москвы и р. Волги. Были показаны как пространственные (по районам и различным ВС), так и сезонные колебания показателя СМА. Установлено, что уровни СМА питьевой воды в большей степени зависят от воды водоисточников, чем от сезона и (или) от характера водообработки. Показана связь между величиной показателя СМА и уровнями хлорирования воды, а также высокая корреляция между величиной показателя СМА и концентрациями хлороформа и бромдихлорметаном. Корреляционной связи с содержанием четыреххлористого углерода не выявлено.

Анализ результатов изучения СМА питьевой воды других городов по течению р. Волга позволил выявить относительно высокие уровни показателя СМА в г. Астрахани (в летний сезон). Однако, характер мутагенной активности проб питьевой воды г. Москвы (Восточная ВС) и г. Астрахани различались. Наиболее высокая активность отмечалась во втором случае на штамме TA 98-МС, что не очень характерно для хлорированной питьевой воды. Установлена сезонная динамика в характере СМА: в Астрахани высокая активность во всех вариантах опытов была весной, осенью она смещалась в большей степени со штамма TA 100 (-МС)

на штамм ТА 98 (-МС), что может свидетельствовать об изменениях в характере загрязнения исходной воды.

Анализ корреляционных связей между показателями СМА проб питьевой воды и рядом традиционных интегральных показателей ее качества выявил значимую положительную корреляцию с такими показателями, как мутность, содержание хлороформа и величина комплексного показателя по металлам. Предполагается, что одним из главных показателей, определяющих величину СМА хлорированной питьевой воды, может быть присутствие гуминовых соединений в исходной воде.

Полученные данные показывают, что показатель СМА может быть использован в качестве гигиенического стандарта для питьевой воды, направленного на профилактику генетических нарушений и онкологических заболеваний.

ASSESSMENT OF THE TOTAL MUTAGENIC ACTIVITY OF DRINKING WATER OF SOME WATERWORKS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Sokolovsky V.V., c.m.s., Zhurkov V.S., d.m.s., prof., Rakhmanin Yu.A., d.m.s., Academician of RANS, ISA, Corresponding Member of RAMS, Ryzhova I.N., c.m.s., Mikhailova R.I., c.m.s., A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health, RAMS

The level of the total mutagenic activity (TMA) of organic micropollutants in drinking water is an integral indicator of its quality, enabling to make a rapid test for the detection of water mutagens/carcinogens. Drinking water of Moscow and a number of other RF cities was studied for several years. Samples were taken with a polymeric sorbent "Separon": about 200 l of water passed through a column with sorbent, followed by the sorbent removal, drying and extraction with acetone. The sorbent was evaporated to dryness and the residue was dissolved in 1.5 ml of dimethylsulfoxide. The concentrate obtained was used for the preparation of a number of dilutions. 0.1 ml of the tested solution was added into the dish. The equivalent quantity of "litres of water per plate" was calculated on the basis of the concentration factor (which was up to $\times 10^5$) and the following dilutions.

Ames test was used to assess samples mutagenicity with *Salmonella typhimurium* strains TA 98 and TA 100 in the presence or absence of the metabolic activation system (variants +MC and -MC respectively). The mutagenic effect was considered to be weak if the average revertant colonies number in the experimental dishes exceeded that in the control 2-3 times fold, moderate - if the increase was 4-10 times fold, strong - if the increase was 11-30 times fold, and very strong - if the increase exceeded 30 times fold.

The "lowest effective volume" (LEV) - the number of litres of the initial water per dish causing a significant mutagenic effect was calculated in the experiments. The reverse value (I/LEV) was used as the drinking water TMA unit.

In Moscow TMA monitoring was carried out in the three districts of the city with water supply from three waterworks (WW), and also from four WW using the water from two different river systems - the Moskva-river and the Volga river. Both spacial (for individual districts and different WW), and seasonal variations of TMA indicator were shown. It was found that the drinking water TMA activity depended more on the water source than on the season and/or water treatment process. A relationship between TMA value and water chlorination level was shown, as well as a high correlation between TMA value and chloroform and dibromochloromethane concentration. No correlation with tetracarbonmonoxide concentration was observed.

Analysis of drinking water TMA studies in other cities along the Volga river made it possible to reveal relatively high TMA levels in the city of Astrakhan (in summer). However, the character of the mutagenic activity in drinking water samples from the Moskva river (Eastern WW) and in Astrakhan was

different. The highest activity was observed in the second case on the strain TA 98-MC, which is not very characteristic of chlorinated drinking water. Seasonal dynamics in TMA character was identified: high activity in all experiments was observed in Astrakhan in spring, while in autumn it shifted mostly from strain TA 100 (-MC) to strain TA 98(-MC), which may be indicative of changes in the character of initial water contamination.

Analysis of correlation between TMA values of drinking water samples and a number of traditional integral indicators of the water quality revealed a significant positive correlation with such parameters as turbidity, chloroform content and a complex index value for metals. It is supposed that one of the major possible sources determining TMA value of chlorinated drinking water may be the presence of raw humic components in the water.

The data obtained show that TMA index can be used as a hygienic standard for drinking water quality aimed at the prophylaxis of genetic disturbances and oncologic diseases.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ КАТЕГОРИЙ КАЧЕСТВА БУТЫЛИРОВАННЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОД

Рахманин Ю. А., д. м. н., академик РАЕН, МСА, чл. - корр. РАМН,
Михайлова Р. И., к. м. н., с. н. с., НИИ экологии человека и гигиены
окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, Ческис А. Б., д. т. н.,
чл. - корр. РНАН, ВНИИ стандартизации, Роговец А. И.,
Госкомсанэпиднадзора РФ.

В зарубежной и во все больших масштабах в отечественной практике растет использование для питьевых целей чистой расфасованной (бутылированной) воды, как правило, из подземных, в том числе родниковых, источников. Вместе с тем до настоящего времени отсутствуют четкие критерии гигиенически обоснованной категориейной оценки ее качества. Подходы же некоторых коммерческих структур к характеристике бутылированных вод как просто экологически чистых, приводят зачастую к тому, что информация об их качестве имеет весьма ограниченный характер, а при контрольном анализе они не отвечают даже современным рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по контролю качества питьевой воды (2). При этом таком упрощенном схоластическом подходе закономерно встает вопрос: "А если отвечают этим требованиям в каком-то населенном пункте, то можно ли воду из данного водопровода разливать в бутылки и продавать не по ее муниципальной, а по коммерческой цене, но в другом населенном пункте, где полного соответствия качества воды рекомендациям ВОЗ не отмечается? И как относиться при этом к некоторым различиям в нормативных величинах отдельных показателей качества питьевой воды, если речь идет о разных странах?" и, в частности, совсем уже казуистический вопрос: "Не следует ли пить разлитую в бутылки самую чистую в химическом отношении воду - дистиллят?"

Проведенные нами разработки по данной проблеме позволяют обосновать четыре основные категории качества расфасованной питьевой воды:

1. Категория обычного питьевого качества. При этом вода должна полностью соответствовать критериям благоприятности органолептических свойств, безопасности в эпидемическом отношении, безвредности химического состава, радиационной безопасности и современной нормативной базе по соответствующим конкретным стандартам качества, как минимум, в пределах последних рекомендаций ВОЗ (1) или других более "жестких" величин по отдельным показателям качества, принятых в ряде стран (США, Англия, Франция, Россия, Канада и др.), а также не проявлять негативной биологической активности при биотестировании ее на гидробонтах и культуре *Salmonella typhimurium* в тесте Эймса. Такая вода действительно в расфасованном виде может перевозиться из централизованной системы питьевого водоснабжения одного ("благополучного") населенного пункта в другой ("неблагополучный"). Однако практически спрос на нее может определяться, в основном, в периоды чрезвычайных ситуаций.

2. Категория улучшенного питьевого качества. Вода должна соответствовать тем же критериям, но обязательно разливаться из самостоятельных, как правило, подземных (предпочтительно родниковых) водоисточников, надежно защищенных от биологического и химического загрязнения естественного, антропогенного или техногенного происхождения. Она не должна быть кариезогенной, подвергаться обеззараживанию хлором, содержать ксенобиотики антропогенного и техногенного происхождения и должна стабильно сохранять свои высокие

питьевые свойства.

3. Категория высшего (оптимального) питьевого качества или иначе вода как пищевой продукт. При сохранении всех позиций предыдущей категории питьевая вода высшего качества должна соответствовать критерию физиологической полноценности, основанному на том, что для ряда биологически активных элементов научно обоснованы не только предельно (максимально) допустимые концентрации в питьевой воде, но и минимально необходимые, а для ряда показателей и оптимальные, уровни содержания (1,3,4), в частности, показатели щелочности должны быть в пределах 0,5-7,0 ммоль/л, жесткости - в пределах 1,5-7,0 ммоль/л, содержание кальция - не менее 30 мг/л, магния - не менее 5 мг/л, фтора - не менее 0,6 мг/л (с коррекцией уровня по климатическим поясам). Возможно также уточнение нормативных величин по селену, натрию и иоду и ряду других элементов и физических свойств.

4. Категория корректировочных питьевых вод. При сохранении всех позиций категории воды улучшенного питьевого качества допускаются отклонения от гигиенических нормативов по ряду показателей безвредности химического состава, которые в данных конкретных условиях могут иметь не отрицательное, а положительное значение воздействия воды на состояние здоровья населения. К числу таких относится ряд показателей, характеризующих солевой и микроэлементный состав питьевой воды, когда, например, в регионах I и II климатических поясов с преимущественным использованием в системах водоснабжения маломинерализованных вод благоприятное влияние на организм может оказать потребление фасованной воды с повышенными (сверх гигиенических нормативов) уровнями жесткости воды и содержания в ней фтора; для населения, проживающего в районах повышенного радиоактивного излучения, могут быть рассмотрены вопросы корректировки содержания селена и фтора в фасованных питьевых водах и т.д.

Для всех категорий качества фасованных вод, исключая последнюю, не допускаются какие-либо негативные изменения качества и органолептических свойств при их кипячении. Указанные категории качества важны не только для фасованных питьевых вод, но и для различных безалкогольных напитков, приготовленных на их основе. В настоящее время ведется разработка соответствующего регламентирующего документа водно-санитарного законодательства в Российской Федерации.

Библиография

1. Рахманин Ю.А. - Гигиенические основы дистилляционного опреснения воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Автореф. докт. диссертации, М., 1980. - 45 с.
2. Guidelines on Drinking Water Quality. WHO, Geneva, 1993, v.1. - 325 p.
3. Rakhmanin Yu. A. - Friends in and Methodological Principles of Studying Health Effects of Chemical Composition of Drinking Water. // In.: Hygienic criteria of drinking Water Centre for International Projects GKNT, M., 1986. - p.54-60.
4. Sidorenko G. J., Rakhmanin Yu. A. - Guidelines on Health Aspects of Water Desalination WHO. Geneva. ETS 80/4. - 60 p.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВ ЛИЗИНА И ГОТОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Медведева Е.И. чл.-корр. Украинской академии экологических наук,
профессор, доктор экологических наук
Олейник Т.П., к.м.н., ст.н.с.
Государственная Академия строительства и архитектуры,
г. Одесса, Украина

Разнообразие и изменчивость состава промышленных вод производства лизина и готовых лекарственных средств (ГЛС), высокое содержание ценных веществ в стоках производства лизина послужило обоснования использования регенеративных методов для очистки локальных СВ ценные примеси, а очищенный сток вернуть в технологический процесс, обеспечивая одновременно экономию чистой воды и ликвидацию наиболее концентрированных промышленных вод.

Анализ состава локально образуемых СВ производства лизина и ГЛС в сопоставлении с общим стоком показал, что степень загрязненности (БПК, ХПК) образующихся СВ различна на отдельных этапах технологического процесса. Частая смена производимых ГЛС, лабильность технологии микробиологического синтеза лизина приводят к нестабильности уровня загрязненности промывных вод, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 1

ТАБЛИЦА 1. Состав промывных вод предприятий лизина и ГЛС

Показатели	Предприятия	
	Лизина	ГЛС
Взвешенные вещества, мг/дм в кубе	2400-60000	1200-18000
Сухие вещества, мг/дм в кубе	24000-80000	850-9800
ХПК, мг/дм в кубе	1600-47000	2300-9600
БПК, мг/дм в кубе	1000-30000	1060-38000

Ставя задачу очистки СВ и повторного использования очищенных стоков в технологическом процессе с утилизацией ценных примесей, в качестве способа обработки изучаемых СВ, были выбраны методы ультрафильтрации (УФ) и обратного осмоса (ОО).

Учитывая широкий диапазон колебаний состава и уровня загрязненности СВ, при

разработке варианта их очистки принята схема, основанная на принципе группового выделения загрязняющих компонентов. Мы использовали мембранную технологию, чтобы сконцентрировать нерастворимые взвеси методом УФ, пермеат очистить от растворимых веществ методом ОО (табл. 2)

ТАБЛИЦА 2. Эффективность мембранной очистки СВ

Показатели	Исход. СВ	Лизин		Предприятия	
		Пермеат УФ	ОО	Исход СВ	ГЛС Пермеат УФ ОО
Сухой остаток, мг/дм в кубе	2400	8870	220	17170	7670 40
ХПК, мг О/дм в кубе	15800	6070	560	23800	86401270
БПК, мг О/дм в кубе	7800	3540	370	4880	3450 470
Сульфаты, мг/дм в кубе	250	190	20	185	105 10
Жесткость общая, мг/дм в кубе	30,7	28,5	1,1	21,0	20,8 0,8

Результаты, полученные в экспериментах, показали, что данная последовательность обработки СВ высокоэффективна для очистки вышеуказанных стоков и должна рассматриваться как часть системы восстановления качества воды с утилизацией ценных примесей.

В ходе исследований опрделили основные технологические характеристики процессов УФ и ОО, оценивали целесообразность применения мембранной технологии для очистки СВ данных предприятий. Установлено, что процесс проточной ультрафильтрации с высокой скоростью рециркуляций потока эффективен и экономически оправдан для обработки промывных вод. УФ мембраны обеспечивает 100% удаление взвешенных и коллоидных веществ. Для изготовления из пермеатов растворенных низкомолекулярных органических и неорганических

веществ использован метод ОО. Изучали проведение ОО мембран в применении к высококонцентрированным стокам предприятий лизина и ГЛС. Показано, что данные мембраны характеризуются достаточной стабильностью и высокой производительностью при работе с соблюдением оптимальных условий проведения процесса. Данные состава ОО пермеатов и результаты производственных испытаний, приведенные в табл. 2, показывают, что очищенная вода может быть повторно использована в технологическом цикле.

УФ концентраты промывных вод предприятий лизина целесообразно использовать как кормовой продукт, т.к. они не обладают токсичностью и безвредны в тест - дозе.

Общий и аминокислотный состав УФ концентратов приведен в табл. 3

ТАБЛИЦА 3. Состав УФ концентрата промывных вод предприятий производства лизина.

Показатели	% на сухое вещество
Сырой протеин	38-55
Аминокислоты	17-34,8
Зола	7,8-19,3
Фосфор	3,2-8,9
Углеводы	7,7-15,2
Сырой жир	3,2-8,9

Было также показано, что УФ концентраты промывных вод предприятий ГЛС являются ценными добавками для строительных материалов и могут быть утилизированы.

Предложена аппаратурно - технологическая схема очистки и утилизации локальных стоков производства лизина и ГЛС, включающая мембранную технологию обработки наиболее

концентрированных промывных сточных вод.

Технико - экономические расчеты показали, что предлагаемая схема комплексной переработки жидких отходов позволяет на принципиально новом уровне с наиболее низкими затратами решить проблему их утилизации и обеспечить снижение загрязнения окружающей среды.

ТЕЗИСЫ

Разработана технологическая схема мембранной обработки промывных вод предприятий лизина и готовых лекарственных средств (ГЛС),

предусматривающая утилизацию ценных компонентов и возврат очищенной воды в производство. Показано, что пермеат и концентрат, образующийся в процессе ультрафильтрации (УФ) и обратного осмоса (ОО), целесообразно повторно использовать. Установлено, что УФ пермеат сточных вод производства лизина может быть возвращен для приготовления питательной среды, а концентрат можно оценивать как кормовой продукт. УФ не обладает токсичностью и безвреден в тестдозе.

Растворенные примеси сточных вод удаляли методом обратного осмоса. Полученный ОО пермеат целесообразно возвращать в технологический цикл, например, на стадию промывки оборудования.

Технико - экономические расчеты показали, что предлагаемая технологическая схема комплексной утилизации наиболее концентрированных сточных вод производства лизина и ГЛС позволяет на принципиально новом техническом уровне с наиболее низкими затратами решить проблему их переработки и использования.