

transport (on the example of Orenburg) // *Ekologicheskie sistemy i pribory*. 2008. № 2. P. 26-30.

15. Lim T.E., Fridman K.B., Shustalov S.N. Model of the study of the risk for the health of the population from the contamination by motor transport // *Ekologiya cheloveka*. 2011. № 8. P. 3-7.

16. Lozhkina O.V. Evaluation of specific emissions of nitrogen oxides by automobile motor transport // *Dvigatelsestroenie*. 2012. № 4. P. 35-41.

17. Lukhneva O.L., Prokhorov A.A., Potapova K.N. Assessing of the impact of motor transport emissions on air quality in the area of the road on the Shiryamova street // *Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*. 2012. № 12. P. 161-164.

18. The methodology of the inventory of emissions into the atmosphere for trucking companies. M., 1991. 79 p.

19. Petrosyan T.O., Sidorenko V.F. Environmental safety of roads // *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta*. Ser. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2012. № 28. P. 332-336.

20. Pochekaeva E.I., Bondin V.I., Popova T.V. The impact of noise of vehicles on public health and measures of the fight with it in a big city // *Valeologiya*. 2012. № 4. P. 62-67.

21. Smirnov I.V. Ways of the ecologization of the automobile fuel // *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya*. 2010. № 9. P. 54-60.

22. Shcherbatyuk A.P. Protection of urban air from pollution exhaust gases of vehicles during the summer in difficult terrain conditions // *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012. № 1 (80). P. 52-59.

23. Yufereva L.M., Yuferev M.Yu. The study of the intensity of motor flows in the center of the metropolis // *Okhrana okruzhayushchei sredy i prirodopol'zovanie*. 2012. № 4. P. 25-28.

УДК 556.06

## Информационно-энергетическая оценка состояния поверхностных вод

В.И. Савич<sup>1 a</sup>, Р.Ф. Байбеков<sup>2 b</sup>, С.Л. Белопухов<sup>1 c</sup>, В.А. Раскатов<sup>1 d</sup>, В.В. Верхотуров<sup>3 e</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская 49, Москва, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, ул. Прянишникова 31, Москва, Россия

<sup>3</sup>Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия

<sup>a</sup>Savich.mail@gmail.com, <sup>b</sup>info@vniia-pr.ru, <sup>c</sup>belopuhov@mail.ru, <sup>d</sup>info@vniia-pr.ru, <sup>e</sup>biovervv@mail.ru

Статья поступила 15.09.2014, принята 12.11.2014

*В работе предлагается информационно-энергетическая оценка поверхностных вод, учитывающая их химические и физико-химические свойства, процессы и режимы состояния, математические взаимосвязи между компонентами вод. Объектом исследования выбраны поверхностные и грунтовые воды опытных полей Российской сельскохозяйственной академии, сбросные воды, ручьи и реки вблизи птицеводческих хозяйств Московской области. Источниками поступления токсикантов в воды были дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы и сбросные воды птицефабрик. Поверхностные воды характеризуются не только определенными свойствами, но также протекающими в них процессами и режимами (изменением свойств и процессов во времени и пространстве). По полученным нами данным, изменения состава вод отмечаются на разной глубине водоема, на разном расстоянии от берега, от русла реки, в зависимости от температуры, солнечной радиации, давления и т. д. При многообразии свойств поверхностных вод проводится вычисление интегральных сводных показателей качества вод. Результаты исследований указывают на необходимость оценки поверхностных вод как биокосного тела, а также важность учета при оценке ПДК явлений комплексообразования в водах. Для оценки сводного показателя состояния вод необходимо учитывать степень влияния (ki) параметра вод (Xi) на заданную хозяйственную функцию (Yi). Целесообразно учитывать свойства, процессы и режимы вод и разрабатывать модели оптимального и удовлетворительного состояния вод для разных хозяйственных целей. При этом поверхностные воды должны обладать определенным сочетанием свойств, процессов и режимов, т. е. определенными моделями оптимального и удовлетворительного состояния. Под моделью оптимального состояния подразумевается оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов вод для наиболее эффективного выполнения ими заданной экологической (хозяйственной) функции при удовлетворительном выполнении других функций. С учетом полученных материалов мы считаем целесообразным проводить информационно-энергетическую оценку состояния вод. Информационная оценка определяется соотношением ионов, химическим составом вод, синергизмом и антагонизмом взаимовлияния ионов, наличием комплексов и ассоциатов, микроорганизмов, закономерным изменением свойств воды во времени, функциональными свойствами воды, структурным состоянием вод.*

**Ключевые слова:** поверхностные воды, оценка, сводные показатели состояния, ПДК, влияние на воды, сельскохозяйственные производства.

# Information and energy assessment of surface water condition

V.I. Savich<sup>1 a</sup>, R.F. Baibekov<sup>2 b</sup>, S.L. Belopukhov<sup>1 c</sup>, V.A. Raskatov<sup>1 d</sup>, V.V. Verkhoturov<sup>3 e</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev; 49, Timiryazevskaya St., Moscow, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Institute for Fertilizers and Agricultural Soil Science named after D.N. Pryanishnikov; 31, Pryanishnikov St., Moscow, Russia

<sup>3</sup>Irkutsk State Technical University; 83, Lermontov St., Irkutsk, Russia

<sup>a</sup>Savich.mail@gmail.com, <sup>b</sup>info@vniia-pr.ru, <sup>c</sup>belopuhov@mail.ru, <sup>d</sup>info@vniia-pr.ru, <sup>e</sup>biovervv@mail.ru

Received 15.09.2014, accepted 12.11.2014

*The article gives an information and energy assessment of surface water considering their chemical and physical and chemical properties, processes and regime of water state, mathematical interrelations between water components. Surface and ground water of experimental fields of Russian Agricultural Academy, waste water, streams and rivers near poultry farms of the Moscow region have been chosen as an object of research. Sod-podzolic and medium-loam soils and waste water from poultry farms have been the sources of toxicant in water. Surface water is characterized not only by certain properties but also the processes and regimes proceeding in it (changes of properties and processes in time and space). According to the data obtained, changes of water composition are observed in various depths of a water pool, at various distances from the coast, the riverbed, and depending on temperature, solar radiation, pressure, etc. At a variety of surface water properties the calculation of state summary indicators of water quality has been carried out. The research results point out the necessity of estimating the surface water as a nonliving material, and also the importance of accounting the phenomena of a complex formation in water when assessing the maximum permissible concentration. To assess the state summary indicator of water it is necessary to consider a degree of influence ( $k_i$ ) of a water parameter ( $X_i$ ) on the set economic function ( $Y_i$ ). It is helpful to consider the properties, processes and regimes of water and to develop the models of an optimum and satisfactory water state for different economic purposes. The surface water has to possess a combination of properties, processes and regimes, i.e. certain models of an optimum and satisfactory water state. Thus, to perform the set ecological (economic) function in a most effective way the model of an optimum water state should be an optimum combination of properties, processes and regimes of water at satisfactory performance of other functions. Taking the materials received into account, it is necessary to carry out an information and energy assessment of the water state. Information assessment is defined by a ratio of ions, a chemical water composition, synergism and antagonism of interference of ions, complexes and associates, microorganisms, natural change of water properties in time, functional water properties, and a structural water state.*

**Key words:** surface water, assessment, state summary indicators, MPC, influence on water, agricultural production.

**Введение.** От состояния водной среды зависит существование человечества, однако загрязнение вод все время возрастает. Дефицит чистой воды является одной из основных проблем XXI века, влияющей как на здоровье людей, так и на эффективность технологических циклов, биопродуктивность лесов, лугов и сельскохозяйственных угодий. Поэтому оценка качества вод и разработка путей оптимизации их состава актуальны и необходимы [10].

Однако, несмотря на значительное количество работ, посвященных оценке поверхностных вод, в решении данной проблемы остается достаточно много спорных и нерешенных вопросов [8, 13 15, 17].

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования выбраны поверхностные и грунтовые воды опытных полей РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева с опыта И.С. Шатилова, сбросные воды, ручьи и реки вблизи птицеводческих хозяйств Московской области. Источником поступления токсикантов в воды были дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы и сбросные воды птицефабрик.

Методика исследования состояла в оценке химического состояния вод общепринятыми методами, определении в мигрирующих водах положительно и отрицательно заряженных комплексных соединений, патогенных микроорганизмов, оценке комплексобразующей способности вод по ранее разработанной схеме [14].

**Обсуждение результатов.** Поверхностные воды являются неотделимым компонентом экологической системы, а не только естественным ресурсом, используемым для хозяйственных нужд. Для них характерна тесная взаимосвязь со всеми компонентами биогеоценозов и агрофитоценозов. Загрязнение вод обусловлено природными и антропогенными процессами. Состав вод в значительной степени определяется геохимическими провинциями и особенно геохимическими аномалиями. При этом геохимические неоднородности могут быть обусловлены как повышенным содержанием отдельных элементов по сравнению с фоном, так и пониженным. Выделяются природные и природно-техногенные аномалии с относительно стабильными и с сильно варьирующими показателями во времени и в пространстве. Очевидно, что гидрохимические провинции подземных вод в значительной степени определяют химический состав грунтовых и поверхностных вод [1, 5, 18].

На качество вод в значительной степени влияет техногенное геохимическое давление — количество элемента, выводимого ежегодно из техногенного потока в природный. Отношение этого показателя к единице площади характеризует модуль техногенного геохимического давления ( $m/км^2$ ). Наибольшие модули техногенного давления для Na, Cl, Ca, Fe (0,5–1,0); наименьшие модули техногенного давления — для Li, Ag, W, Au, Hg, Te ( $10^{-5}$ – $10^{-7}$  т/км<sup>2</sup>) [18].

В определенной степени на качество вод влияют геомагнитные и геопатогенные зоны Земли. В разлом-

ных зонах отмечаются гравитационные аномалии, аномалии электрических и магнитных полей. Часто повышена энергия низкочастотных электрических колебаний, отмечается избыточная плотность зарядов, накопление  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , увеличение радиоактивности и повышение в эманациях ртути, торона, радона. В подземных водах наблюдаются геохимические аномалии по F, I, Pb, Ca, Hg, As, Sr, радионуклидам. В геопатогенных зонах отмечается повышенное количество патогенных микроорганизмов. Как правило, такие зоны соответствуют пересечению водных потоков [18].

Интенсификация сельскохозяйственного производства также в значительной степени влияет на состояние водных объектов. По полученным нами данным, миграция веществ из дерново-подзолистых почв в воды существенно зависела от степени окультуренности почв. Это иллюстрируется данными табл. 1. Как видно из представленных данных, с увеличением степени окультуренности почв возрастала миграция в воды ионов  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Это подтверждают и материалы других авторов.

Данные И.М. Богдевича [3] с соавторами показывают, что применение высоких доз азота на дерново-подзолистых суглинистых почвах способствует увеличению потерь из слоя 1 м нитратного азота в 3,9 раза, калия — в 2, кальция, магния и водорастворимого гумуса — примерно в 1,3 раза по сравнению с малой дозой азота ( $\text{N}_{90}$ ). В.И. Титова [16] установила и миграцию в поверхностные и грунтовые воды фосфатов в виде органоминеральных соединений. При этом на зафосфаченном фоне миграция из Ап достигала 70–80 %, а из слоя 40–50 см — 30–40 %.

Однако сельскохозяйственные предприятия в значительно большей степени загрязняют поверхностные воды, чем пахотные угодья. Так, по данным Е.Ю. Гейгер и В.И. Титовой с соавторами [6], показатели степени очистки сбросных вод по  $\text{N-NH}_3$ ,  $\text{P-PO}_4$ , БПК, ХБК, взвешенным частицам составляли: для свиного комплекса — 39–93 %, птицефабрик — 37–98 %, молокозавода — 42–98 %, спиртзавода — 29–95 %, сахарного завода — 62–94 %, ХКХ — 60–80 %. В наименьшей степени отмечалась очистка вод от фосфатов (64–39 %), но для спиртзавода и по взвешенным веществам (29 %). Вниз по течению рек, в связи со сбросом вод большим количеством предприятий, загрязнение возрастало до значений выше ПДК.

Работами Е.В. Дабаховой [7] показано загрязнение почв и вод фосфатами вблизи птицеводческих и свиноводческих комплексов, загрязнение почв и вод фосфатами, калием и цинком при сбросе вод сахарных заводов. Нашими исследованиями показано загрязнение вод вблизи птицефабрик нитратами, фосфатами, калием, органическими соединениями, патогенными микроорганизмами.

По полученным нами данным, в очищенной воде птицефабрики содержание термотолерантных бактерий составляло 24000 КОЕ/100 мл (при ПДК не более 100), общеколиморфных бактерий — 24000 (при ПДК не более 1000). Растворы, просачивающиеся через почву в местах хранения помета, содержали до 1000 мг/л  $\text{NO}_3^-$  при ПДК 45 мг/дм<sup>3</sup>.

Загрязнение поверхностных и грунтовых вод Московской области нитратами и фосфатами, установленное В.Н. Башкиным [1], соответствовало, по нашим данным, местам расположения птицефабрик и легкому гранулометрическому составу почв и пород. В то же время при разбавлении сбросных вод степень загрязнения поверхностных вод значительно уменьшается.

При оценке состояния воды ручья вблизи Петелинской птицефабрики нами установлено превышение ПДК по железу 0,7 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК = 0,3), по мутности — 28,5 (ПДК = 2,6), по цветности — 90 (ПДК = 20), по запаху — 4 балла (ГТДК = 2), по перманганатной окисляемости — 9,3 (ПДК = 5,0), по общему микробному числу — числу образующих колонии бактерий в 1 мл — 120 (ГТДК = 50). В то же время в реке общее содержание железа составляло 0,37, а в пруду — 0,22 мг/дм<sup>3</sup>; перманганатная окисляемость соответственно 1,28 и 4,5; нитраты — 11,6 и 3,1 мг/л.

Поверхностные воды являются биокосным телом, что определяет возможность протекания в них реакций и с увеличением, и с уменьшением  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ , что характерно для неживой и живой природы. Это обусловлено наличием в поверхностных водах живых организмов, бактерий, а также наличием живых организмов в грунтах водоемов.

Химический состав поверхностных вод существенно меняется в зависимости от погодных условий, температуры, солнечной радиации, давления, количества выпавших осадков. Свойства вод изменяются во времени и пространстве (на разной глубине, на разном расстоянии от истоков или сброса вод). Характерной особенностью флюидной деятельности Земли является пульсирующий характер выбросов, что определяет и изменение во времени состояния вод [18]. По полученным нами данным, состав поверхностных и грунтовых вод в зоне дерново-подзолистых почв коррелировал с солнечными циклами [9]. Состав поверхностных вод меняется при изменении давления и температуры воздуха, парциального давления  $\text{CO}_2$ , окислительно-восстановительного состояния почв и вод, их кислотно-основного состояния. Состав вод меняется в связи с самоочищающей способностью ложа водоемов [13] и переходом из него в воду новых компонентов. Процессы химического взаимодействия в воде, как правило, не мгновенны; сначала протекают более быстрые реакции, а затем образуются термодинамически более устойчивые соединения.

По полученным нами данным, величина поверхностного стока за 40 лет изменялась от 3 до 193 мм. При этом весной во время снеготаяния вода двигалась по еще замерзшему подпахотному слою даже при уклоне 0,008. Состояние поверхностных вод характеризуется их химическим составом. В литературе отмечаются следующие наиболее опасные источники загрязнения вод: повышенное содержание нитратов и нитритов, недостаток и избыток фтора, дефицит йода, повышенное содержание хлора, дефицит селена, наличие в воде нефтепродуктов, пестицидов, вирусов, грибов и микробов, недостаток кислорода и избыток углекислого газа, метана, сероводорода, водорастворимых органических веществ, засоление вод, метилирование тяжелых металлов в анаэробных условиях [8].

Как правило, качество вод оценивается по концентрации большого спектра органических и неорганических соединений, микробиологической активности, радиоактивности [8]. В то же время в водной среде происходят сложные физико-химические и микробиологические процессы. Отмечается, что существующие методы оценки качества вод не учитывают проявлений синергизма и антагонизма при совместном воздействии загрязняющих веществ [9].

Однако элементы в водах находятся не только в виде ионов и молекул, но и в составе комплексов, ассоциатов, коллоидных частиц, взвесей, положительно и отрицательно заряженных соединений [14], соединений разной степени гидрофильности. Наличие комплексных соединений в водах убедительно показано в работах А.И. Карпухина [10], в наших исследованиях [14]. Наличие ассоциатов в водах подтверждено работами М.Б. Минкина с соавторами [12].

Соединения в виде комплексов обладают иной степенью токсичности, чем ионные формы. Например, при поступлении комплексов в живые организмы они участвуют в явлениях конкурирующего комплексообразования с катионами и лигандами в процессах мета-

болизма. Наличие в воде комплексов существенно изменяет как осаждение солей в технологических циклах, так и разрушение технических сооружений. В связи с изменением знака и плотности заряда соединений, находящихся в виде комплексов, изменяется и поступление их в живые организмы. В ряде случаев такие соединения исключительно токсичны. Все вышеизложенное требует корректировки ПДК с учетом образования комплексов и ассоциатов в водах.

Состав поверхностных вод в значительной степени определяется ложем водоема — эффективными производными растворимости осадков, эффективными константами нестойкости комплексов, эффективными константами ионного обмена катионов из вод на катионы из твердой фазы грунтов. Прогноз химического состава поверхностных вод с учетом рН, концентрации в растворе  $\text{CO}_2$ , фосфатов, карбонатов, окислительно-восстановительного состояния вод позволяет составить динамические модели состояния вод [4]. При образовании комплексов эти расчеты менее точны, и нами предлагается расчет эффективной растворимости осадков, ионного обмена с учетом комплексообразования [14].

Таблица 1

*Вынос химических веществ со стоковыми инфильтрационными водами из дерново-подзолистых среднесуглинистых почв, кг/га*

Мигрирующие соединения	Категория вод			
	Стоковые воды	Верховодка	Грунтовые воды	Напорные воды
$\text{HCO}_3$	21,9/–	93,1/99,7	211,1/137,6	79,2/98,5
$\text{N-NO}_3$	1,7/–	8,4/19,3	6,0/0,9	0,3/0,6
$\text{N-NH}_4$	1,2/–	0,8/0,7	0,9/1,2	0,6/1,1
$\text{K}_2\text{O}$	3,3/–	3,5/4,7	3,5/2,9	2,0/1,8
Na	2,1/–	10,0/10,2	14,8/11,4	7,9/10,6
Ca	8,8/–	31,8/46,9	39,3/44,6	19,8/25,7
Mg	5,3/–	19,2/29,1	33,2/32,2	8,0/10,6
Cl	5,9/–	22,9/55,0	14,0/40,9	26,0/19,0
$\text{SO}_4$	25,3/–	71,6/86,3	59,4/85,0	9,0/11,3

Примечание. Показатель в числителе — для слабоокультуренной почвы; в знаменателе — для хорошо окультуренной почвы.

В то же время действие вод как на грунт водоема, так и на биологические и хозяйственные объекты определяется интенсивным и экстенсивным факторами состояния вод. Например, рН и содержанием кислых группировок, константами устойчивости образующихся комплексов и количеством лигандов в воде, способных к комплексообразованию. Эффект действия вод на биологические и хозяйственные объекты определяется кодом воздействия: интенсивностью, продолжительностью, импульсностью или равномерностью действия определенного химического состава, закономерной сменой воздействия во времени.

Поверхностные воды характеризуются не только определенными свойствами, но также протекающими в них процессами и режимами (изменением свойств и процессов во времени и в пространстве). По полученным нами данным, изменения состава вод отмечаются на разной глубине водоема, на разном расстоянии от

берега, от русла реки, в зависимости от температуры, солнечной радиации, давления и т. д. При многообразии свойств поверхностных вод проводится вычисление интегральных сводных показателей качества вод.

По полученным нами данным, при вычислении сводного показателя качества вод необходимо дополнительно учитывать степень влияния (k) отдельных параметров ( $\sum X$ ) на функциональные свойства вод (Y):

$$Y = f \sum k_i x_i^n$$

При этом по влиянию X на Y отмечаются эффекты синергизма и антагонизма. С нашей точки зрения, наряду со сводными показателями состояния вод, следует учитывать вероятность риска ухудшения экологических и хозяйственных функций вод при изменении их состояния и ущерб при проявлении этого негативного фактора.

Для разных хозяйственных целей поверхностные

воды должны обладать определенным сочетанием свойств, процессов и режимов, т. е. определенными моделями оптимального и удовлетворительного состояния вод. При этом под моделью оптимального состояния вод подразумевается оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов вод для наиболее эффективного выполнения ими заданной экологической (хозяйственной) функции при удовлетворительном выполнении других функций.

Учитывая полученные материалы, мы считаем целесообразным проводить информационно-энергетическую оценку состояния вод. Информационная оценка определяется соотношением ионов, химическим составом вод, синергизмом и антагонизмом взаимодействия ионов, наличием комплексов и ассоциатов, микроорганизмов, закономерным изменением свойств воды во времени, функциональными свойствами воды, структурным состоянием вод. Как правило, протекающие в водах реакции многоступенчаты и взаимосвязаны с изменением физических свойств воды, содержащейся в ней биоты и с памятью воды [11, 15]. В проведенных нами исследованиях при оценке состояния вод с использованием метода газоразрядной визуализации и инфракрасной спектроскопии показано существенное отличие по информационным характеристикам, энтропии вод, в разной степени загрязненных поллютантами.

Энергетическая оценка качества вод обусловлена наличием в воде положительно и отрицательно заряженных соединений, окислительно-восстановительным потенциалом, активностью электронов, энергетическим эквивалентом химического состава, поверхностным натяжением, теплотой испарения, влиянием на энергию активации реакций, растворимостью соединений и т. д.

Ряд авторов отмечает изменение свойств воды, ее технологических параметров и повышение урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием магнитной обработки воды. Считается, что в силовых линиях электромагнитного поля электронные облака ионов и молекул воды поляризуются. Это приводит к изменению их плотности и связей ионов с близлежащими молекулами. Создаются ионные ассоциаты более упорядоченной структуры, чем в обычной воде. Однако эффект зависит от степени минерализации воды и растворенных солей. Структурные изменения в воде могут происходить и за счет явлений резонансного типа даже при небольшой напряженности магнитного поля [2].

Интересное объяснение с учетом торсионных полей дается эффекту действия на растения омагниченной воды. Магнит не может действовать на диамагнетик — воду. Его действие обусловлено торсионной компонентой (магнитное поле действует на воду с солями, содержащими химические элементы с магнитными свойствами). Считается, что торсионное поле, поляризуя по спинам протонную подсистему воды, переводит воду в другое спиновое состояние, что и определяет изменение ее физико-химических свойств и меняет характер ее биологического действия.

Аналогичным образом объясняется и память воды. При этом меняется оптическая плотность воды, гидратация ионов, поглощение инфракрасных спектров, магнитная восприимчивость, электропроводность, ди-

электрическая проницаемость, вязкость и другие показатели.

Изменение свойств воды влияет на технологические циклы с использованием вод, свойства орошаемых почв, биопродуктивность сельскохозяйственных угодий [2, 9, 14, 19]. С нашей точки зрения, такие изменения вод происходят при их протекании над зонами с повышенным магнитным полем и могут быть созданы искусственно при омагничивании вод.

Очевидно, что для разных хозяйственных целей оптимально и разное качество вод. Так, для полива растений приемлемо содержание в водах органических веществ, при поливе почв исключают широкое отношение натрия к кальцию с целью предотвращения осолонцевания; при использовании вод в нагревательных системах нежелательно большое количество в воде кальция, железа. Особые требования предъявляются к водам для бытовых, хозяйственных целей, рыбного хозяйства, при орошении почв, для питьевой воды и т. д.

При удорожании вод целесообразно составление смеси вод (купажа) заданного состава для определенных целей. Это подтверждено нами при составлении смесей речных, морских вод и вод атмосферных осадков для полива разных типов почв.

### Выводы

1. Анализ литературных данных и полученного в наших исследованиях экспериментального материала показал необходимость оценки поверхностных вод как биокосного тела, а также важность учета при оценке ПДК явлений комплексообразования в водах.

2. Для оценки сводного показателя состояния вод необходимо учитывать степень влияния ( $k_i$ ) параметра вод ( $X_i$ ) на заданную хозяйственную функцию ( $Y_i$ ). Целесообразно учитывать свойства, процессы и режимы вод и разрабатывать модели оптимального и удовлетворительного состояния вод для разных хозяйственных целей.

### Литература

1. Башкин В.Н., Ефстафьева Е.В., Снакин В.В. Биогеохимические основы экологического нормирования. М.: Наука, 1993. 304 с.
2. Бондаренко Н.Ф., Гак Е.З. Электромагнитные явления в природных водах // Электромагнитная гидрофизика и природные явления: сб. науч. СПб., 1994. 96 с.
3. Богдевич И.М., Пироговская Т.М., Русанович А.М. Миграция веществ в почвах Беларуси в зависимости от уровня минерального питания растений и форм удобрений // Лизиметрические исследования почв: сб. науч. тр. М.: МГУ, 1998. С. 204-208.
4. Воробьева Л.А. Методические указания по расчету диаграмм растворимости труднорастворимых соединений. М.: МГУ, 1986. 90 с.
5. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 324 с.
6. Гейгер Е.Ю., Титова В.И., Дабахова Е.В., Садомонская И.В. Влияние антропогенных факторов на экологическое состояние водных объектов Нижегородской области // Агрехимический вестник. 2011. № 2. С. 12-20.
7. Дабахова Е.В. Научное обоснование использования органических удобрений промышленного птицеводства в агросистеме: дис. ... д-ра с/х наук, Н. Новгород, 2005. 409 с.

8. Емельянов В.П., Данилова Г.Н., Колесникова Т.Х. Обзор методов оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям // Гидрохимические материалы. 1982. Т. 81. С. 121-131.
9. Замараев А.Г., Савич В.И., Сычев В.Г. Энергомассообмен в звене полевого севооборота. М.: ВНИИА, 2005. Ч. 2. 336 с.
10. Карпухин А.И. Комплексные соединения - одна из основных форм превращения вещества и энергии в почве // Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: сб. науч. тр. М.: МСХА, 2004. С. 189-201.
11. Кесслер Ю.М., Петренко В.Е., Ляшенко А.К. Вода: структура, состояние, сольватация. М.: Наука, 2003. 404 с.
12. Минкин М.Б., Ендовицкий А.П., Левченко В.М. Ассоциация ионов в почвенных растворах // Почвоведение. 1977. № 2. С. 40-47.
13. Остроумов С.А. Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды // Доклады РАН, 2000. Т. 374. № 3. С. 427-429.
14. Савич В.И., Парахин Н.В., Сычев В.Г. Почвенная экология. Орел: ОГАУ, 2002. 546 с.
15. Стехин А.А., Яковлева Г.В. Структурированная вода. Нелинейные эффекты. М.: ЛКИ, 2008. 320 с.
16. Титова В.И., Седов Л.К., Дабахова Е.В. Индустриальное птицеводство и экология: опыт сосуществования. Н. Новгород: ВВАГС, 2004. 251 с.
17. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: МНЭПУ, 1997. Т. 1. С.247-255.
18. Экологические функции литосферы / под ред. В.Г. Трофимова, М.: МГУ, 2000. 432 с.
19. Дедова Э.Б., Белопухов С.Л., Шабанов Р.М. Режим орошения и продуктивность маловодопотребного риса в условиях пустынной зоны Калмыкии // Бутлеровские сообщения. 2013. Т. 33. № 2. С. 41- 47.
4. Vorob'eva L.A. Methodical instructions for the calculation of solubility diagrams of sparingly soluble compounds. M.: MGU, 1986. 90 p.
5. Glazovskaja M.A. Geochemistry of natural and technogenic landscapes of the USSR. M.: Vysshaja shkola, 1988. 324 p.
6. Gejger E.Ju., Titova V.I., Dabahova E.V., Sadomonskaja I.V. Influence of anthropogenic factors on the ecological state water objects of Nizhny Novgorod region // Agrohimičeskij vestnik. 2011. № 2. P. 12-20.
7. Dabahova E.V. The scientific justification for the use of organic fertilizers in the poultry industry: dis. ... d-ra s/h nauk, N. Novgorod, 2005. 409 p.
8. Emel'janov V.P., Danilova G.N., Kolesnikova T.H. Review of methods of assessing the quality of surface waters by hydrochemical parameters // Gidrohimičeskije materialy. 1982. Т. 81. P. 121-131.
9. Zamaraev A.G., Savich V.I., Sychev V.G. Energy-mass exchange in the link field rotation. M.: VNIIA, 2005. Ch. 2. 336 p.
10. Karpuhin A.I. Complex compounds - one of the main forms of transformation of matter and energy in the soil // Aktual'nye problemy pochvovedenija, agrohimii i jekologii: sb. nauch. tr. M.: MSHA, 2004. P. 189-201.
11. Kessler Ju.M., Petrenko V.E., Ljashenko A.K. Water: structure, state solvation. M.: Nauka, 2003. 404 p.
12. Minkin M.B., Endovickij A.P., Levchenko V.M. Association of ions in the soil solution // Pochvovedenie. 1977. № 2. P. 40-47.
13. Ostroumov S.A. Aquatic ecosystem: large size diversified bioreactor with self-cleaning function of water // Doklady RAN, 2000. Т. 374. № 3. P. 427-429.
14. Savich V.I., Parahin N.V., Sychev V.G. Soil ecology. Orel: OGAU, 2002. 546 p.
15. Stehin A.A., Jakovleva G.V. Structured water. Nonlinear effects. M.: LKI, 2008. 320 p.
16. Titova V.I., Sedov L.K., Dabahova E.V. Industrial poultry farming and ecology: the experience of co-existence. N. Novgorod: VVAGS, 2004. 251 p.
17. Environment, Nature Conservation and Environmental Safety / pod red. V.I. Danilova-Danil'jana. M.: MNJePU, 1997. Т. 1. P. 247-255.
18. Ecological functions of the lithosphere / pod red. V.G. Trofimova, M.: MGU, 2000. 432 p.
19. Dedova Je.B., Belopuhov S.L., Shabanov R.M. Irrigation regime and productivity of little water demand rice in a desert zone of Kalmykia // Butlerovskie soobshhenija. 2013. Т. 33. № 2. P. 41- 47.

*References*

1. Bashkin V.N., Efstaf'eva E.V., Snakin V.V. The biochemical bases of environmental regulation. M.: Nauka, 1993. 304 p.
2. Bondarenko N.F., Gak E.Z. Electromagnetic phenomena in natural waters // Jelektromagnitnaja gidrofizika i prirodnye javlenija: sb. nauch. SPb., 1994. 96 p.
3. Bogdevich I.M., Pirogovskaja T.M., Rusanovich A.M. Migration of substances in soils of Belarus depending on the mineral nutrition of plants and fertilizer forms // Lizimetricheskie issledovanija pochv: sb. nauch. tr. M.: MGU, 1998. P. 204-208.