

## Секция 2

# ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

## Подсекция 1 – Гидрогеология и инженерная геология

### ФОРМЫ МИГРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ РЕКИ СЕЛЕНГА (БУРЯТИЯ)

А.В. Антипова

Научные руководители профессор М.Б. Букаты, научный сотрудник З.И. Хажеева  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Формы миграции металлов в водах реки Селенга изучались в связи с тем, что данная река, являющаяся главным притоком оз. Байкал, выносит в озеро значительные количества загрязняющих веществ антропогенного происхождения, в том числе тяжелых металлов (Хажеева и др., 2003). Игнорируя комплексобразование, невозможно правильно оценить токсичность металлов и степень насыщения воды по отношению к тем или иным минералам. Кроме того, многие методы аналитического определения химических элементов в воде разработаны только на их определенные химические состояния, поэтому существуют противоречия между методами определения элементов при химическом анализе вод, и их конкретными состояниями в них.

Возможные формы миграции компонентов и металлов определяли с помощью программы HydroGeo, используя лабораторные определения содержания металлов и микрокомпонентов Байкальского института природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ).

В составе изучавшейся системы рассматривались такие металлы как Na, Mg, Al, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb и аниогенные компоненты P, Cl, N, S. Но в связи с достаточно большим объемом полученных данных и необходимостью дополнительной проверки базы термодинамических параметров по многим из микрокомпонентов с использованием экспериментальных данных, в настоящей работе рассмотрены только железо, цинк и фосфор.

Изменчивость концентраций металлов в воде на входе и на замыкающих створах дельты р. Селенга достаточно велика. В поперечном сечении и на протяжении дельты из-за изменения скорости течения воды, высокой плотности водной растительности по протокам следует ожидать наличия зональности содержания и форм миграции химических элементов. Поэтому, в связи с особенностями водного стока дельта условно разделена на вход в дельту – створы Мурзино, Кабанск, наиболее проточные левобережные и правобережные створы – протоки Харауз, Лобановская, наименее проточные створы – в центральной части дельты.

Способность металлов существовать в воде в растворенном состоянии определяется, главным образом, реакциями гидролиза и комплексобразования (Крайнов и др., 2004). Первые при повышенных значениях pH способствуют осаждению металлов в виде гидроксидов, вторые – связыванию в растворенные формы и удержанию в толще воды. Следовательно, на миграцию металлов большее влияние оказывает комплексобразование. В ходе работы установлены преобладающие миграционные формы рассматриваемых химических элементов в воде. Они разнообразны и представлены диссоциированными ионами сильных электролитов, недиссоциированными молекулами, комплексными соединениями.

Такой легко гидролизующийся элемент, как железо, образует в водных растворах гидроксиды с очень низкими значениями растворимости. Поэтому миграция железа в виде простых катионов в природных водах крайне незначительна. Как видно из таблицы 1 и рисунка 1, практически все железо в водах реки Селенга связано в нерастворимые комплексы  $Fe(OH)_3$  и  $(Fe(OH)_2)^+$ , а в виде катиона оно находится в ничтожном количестве (порядка миллионных долей мольных%).

Таблица 1

Основные\* формы миграции железа, мольные%

Протоки	$Fe^{3+}$	$Fe_2(CO_3)_3$	$Fe(OH)_2^+$	$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_4^-$	$\Sigma$ , мкг/л
Кабанск	1,64978E-6	0,0001	57,89	41,845	0,266	116,5
Мурзино	1,63714E-6	0,0001	57,90	41,835	0,265	117,8
Харауз, поверхность	1,07602E-6	0,0001	53,57	46,085	0,348	121,3
Харауз, дно	8,87697E-7	0,00009	51,59	48,020	0,393	134,5
Заверняиха, поверхность	1,29266E-6	0,0004	55,22	44,462	0,317	260,5
Заверняиха, дно	1,65285E-6	0,0005	57,70	42,026	0,271	271,8
Средняя	1,42857E-6	0,0048	54,18	45,457	0,359	450,4
Колпинная, поверхность	3,06551E-6	0,0396	60,30	39,405	0,254	520,2
Колпинная, дно	4,62965E-6	0,0758	64,57	35,170	0,188	690,7
Истомино	1,76114E-6	0,0002	58,61	41,134	0,253	127,8
Лобановская	1,54646E-6	0,0001	57,36	42,365	0,274	103,1

\*Содержание ( $FeNO_3^{2+}$ ,  $FePO_4$ ,  $Fe(HPO_4)^+$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $(FeHSO_4)^{2+}$ ,  $(FeCl)^{2+}$ ,  $Fe(OH)_3$  и т.д. не превышает миллионных долей мольных%.

Как показали расчеты, содержание железа повышается от окраинных к центральным протокам дельты (табл. 1).

Наибольшая концентрация свободных катионов  $Fe^{3+}$  наблюдается на окраинах дельты и снижается к центральной ее части, а общая концентрация комплексов наоборот – возрастает от окраин к центральной части (протоки Средняя, Заверняиха,

Харауз). Часть катионов железа связывается в комплексы, что объясняется различной окислительно-восстановительной и кислотно-щелочной обстановкой среды. С увеличением содержания кислорода в воде концентрация катионов  $Fe^{3+}$  уменьшается. Наибольшее количество свободного иона железа наблюдается в протоке Колпинная, особенно в придонных пробах воды, где содержание кислорода наименьшее.

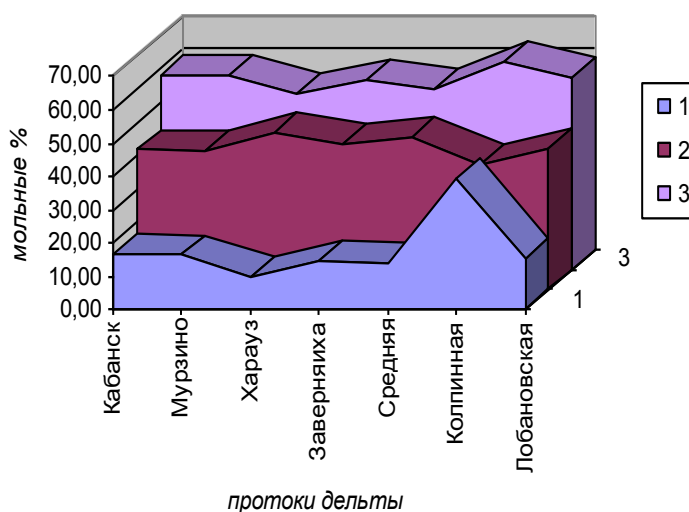


Рис. 1. Формы миграции железа: 1 –  $Fe^{3+} \cdot 10^7$ , 2 –  $Fe(OH)_3$ , 3 –  $Fe(OH)_2^+$

Ситуация с цинком несколько иная. В природных водах цинк встречается довольно часто. Подвижность этого элемента в воде значительная – он относится к группе хорошо мигрирующих элементов.

Расчеты показали, что цинк мигрирует преимущественно в форме катиона  $Zn^{2+}$  (табл. 2), а основными формами миграции ассоциатов являются карбонат и гидрокарбонат цинка (рис. 2).

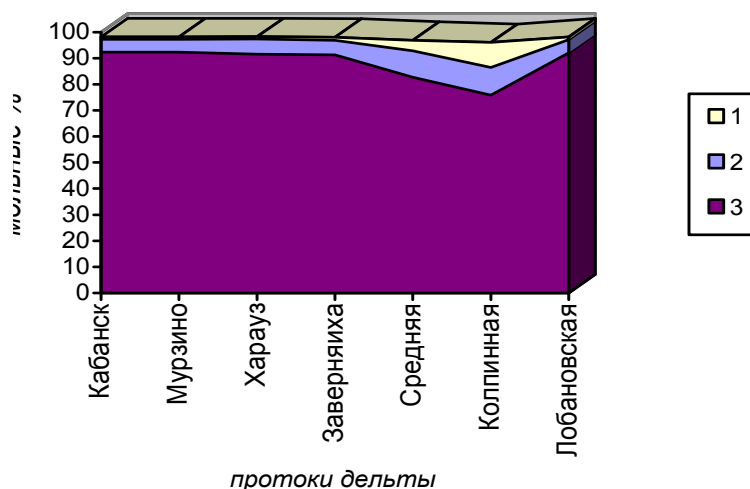
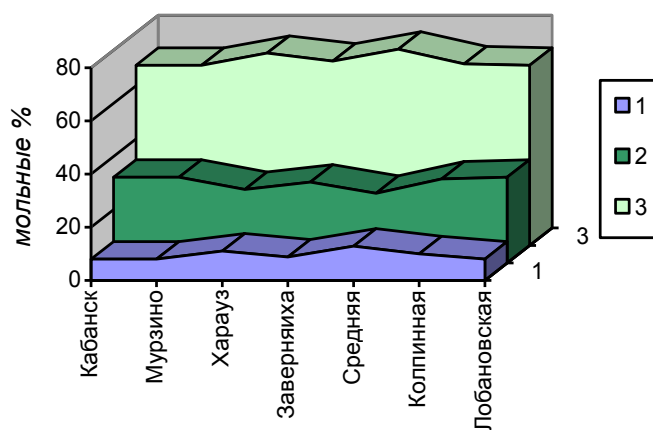


Рис. 2. Формы миграции цинка: 1 –  $Zn(HCO_3)_2$ , 2 –  $ZnCO_3$ , 3 –  $Zn^{2+}$

Присутствие в воде  $CO_2$  способствует миграции цинка и растворению ранее образовавшихся его карбонатов. Закономерность распространения свободных ионов и комплексов цинка аналогична железу. В протоках центральной части дельты р. Селенга концентрация свободного цинка снижается, так как часть его расходуется на образование комплексов карбонатов и гидрокарбонатов цинка. Здесь также наблюдается зависимость формы нахождения цинка от кислотно-щелочных свойств системы – чем выше рН, тем выше концентрация карбонатов и гидрокарбонатов (рН в протоке Заверняиха равно 7,7, а процентное содержание катионов цинка минимально, так как возрастает содержание гидрокарбонатов).

Фосфор является одним из основных анионогенных биологически активных микрокомпонентов. Его повышенное содержание приводит к загрязнению вод, поэтому его рассмотрение представляет особый интерес. Формирование форм миграции фосфора в значительной степени определяется кислотно-щелочным состоянием воды.



протоки дельты

Рис. 3. Формы миграции фосфора: 1 –  $PO_4^{3-} \cdot 10^4$ , 2 –  $H_2PO_4^-$ , 3 –  $HPO_4^{2-}$

Таблица 2

Основные\* формы миграции цинка, мольные%

Протоки	$Zn^{2+}$	$(ZnHCO_3)^+$	$Zn(HCO_3)_2$	$ZnCO_3$	$ZnOH^+$	$\Sigma$ , мкг/л
Кабанск	92,28	1,716	0,959	4,926	0,103	70,1
Мурзино	92,36	1,694	0,961	4,867	0,101	68,9
Харауз, поверхность	91,64	1,657	0,928	5,644	0,120	71,4
Харауз, дно	91,34	1,626	0,898	5,992	0,129	78,4
Заверняиха, поверхность	91,08	1,825	1,145	5,828	0,110	76,8
Заверняиха, дно	91,49	1,857	1,181	5,365	0,100	81,2
Средняя	82,70	3,062	3,956	10,171	0,094	76,6
Колпинная, поверхность	75,35	4,298	9,224	11,055	0,063	74,8
Колпинная, дно	76,07	4,483	9,771	9,611	0,054	86,6
Истомино	91,87	1,825	1,119	5,076	0,099	68,8
Лобановская	92,11	1,733	0,993	5,050	0,107	70,8

\*Содержание гидроксидов, хлоридов, сульфатов цинка не превышает миллионных долей мольных процентов.

Так как воды реки Селенга щелочные, то основной формой миграции является ион  $(HPO_4)^{2-}$  (рис. 3). Содержание фосфора уменьшается в слабопроточных центральных частях дельты, где pH составляет 7,05 – 7,08, и резко, на порядок, повышается в наиболее проточных каналах, где pH составляет 7,51. В свою очередь, даже по крайне небольшому процентному содержанию иона  $(PO_4)^{3-}$  можно заметить, что его концентрация повышается в наименее проточных створах (табл. 3).

Таблица 3

Основные\* формы миграции фосфора, мольные%

Протоки	$(PO_4)^{3-}$	$(HPO_4)^{2-}$	$(H_2PO_4)^-$	$(CrHPO_4)^+$	$\Sigma$ , мг/л
Кабанск	0,0008	67,752	32,247	0,0006	0,056
Мурзино	0,0008	67,797	32,201	0,0013	0,022
Харауз, поверхность	0,0010	71,422	28,576	0,0007	0,038
Харауз, дно	0,0011	73,045	26,953	0,00061	0,039
Заверняиха, поверхность	0,0010	70,407	29,592	0,00059	0,045
Заверняиха, дно	0,0008	68,272	31,727	0,00076	0,034
Средняя	0,0013	73,859	26,139	0,00039	0,007
Колпинная, поверхность	0,0012	70,597	29,401	0,00091	0,004
Колпинная, дно	0,0009	66,286	33,711	0,00154	0,012
Истомино	0,0008	67,032	32,966	0,00085	0,047
Лобановская	0,0008	67,804	32,194	0,0011	0,050

\*Содержание комплексных соединений фосфора с Ca, K, Mg, Na, Cr, Mn не превышает долей мольных% порядка E-10.

Таким образом, на основе рассмотрения общих закономерностей поведения различных форм миграции металлов и анионогенных компонентов в створах дельты реки Селенга можно сделать вывод, что распределение металлов зависит от общей минерализации воды и от проточности створов, от кислотно-щелочного состояния воды (чем больше pH и меньше содержание кислорода, тем меньше процентное содержание металлов в форме катионов, и наоборот). Можно также предположить, что формы миграции металлов находятся в определенной зависимости от процессов комплексообразования других сопутствующих металлов и компонентов, возможно влияние температуры, общей минерализации, наличия водной растительности, организмов, илов и т.д.

Работа выполнена при поддержке Минобразования и Минпромнауки РФ (гранты №№ E02-9.0-60, ур

## Литература

1. Хажеева З.И., Урбазаева С.Д., Тулохонов А.К., Плюснин А.М. Сезонные вариации в распределении тяжелых металлов в воде и донных отложения дельты р. Селенги // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 278 – 281.
2. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М.: Недра, 2004. – 677с.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ОТКАЧКЕ ВОДЫ ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ****М.С. Гераськина**

Научный руководитель профессор М. Б. Букаты  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Подход к оценке метана как самостоятельного полезного ископаемого, залегающего совместно с углём, открывает новые (не только шахтные) возможности комплексного освоения газоносных угольных (метаноугольных) месторождений с широкомасштабной промышленной добычей метана. Масштабность прогнозных ресурсов метана угольных пластов в стратиграфических подразделениях угленосной толщи имеет прямое практическое значение для оценки перспектив промышленной добычи метана в благоприятных районах Южного Кузбасса (Кузнецкий бассейн..., 2001).

Метан – основной (до 90 – 98% об.) компонент газов угольных пластов. Предполагается, что в отличие от традиционных залежей свободного газа метан в угольных пластах находится преимущественно в связанном сорбированном (в основном адсорбированном) и водорастворенном состоянии. В настоящей работе выполнено моделирование выделения водорастворенного газа при откачке воды из угольных пластов.

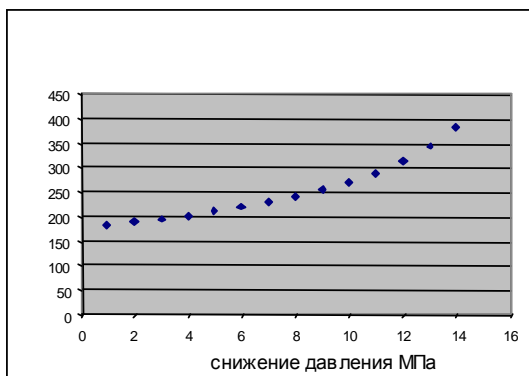
В качестве исходных данных использовались состав водорастворённого газа (ВРГ), полученный по результатам опробования скважины 16244, расположенной в центре Ерунаковского района, вблизи Талдинского угольного месторождения, а состав вод принят по данным опробования и анализа скважины УМ-1.1 (табл.).

Таблица

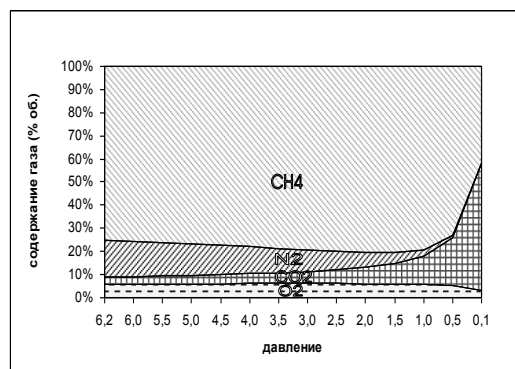
**Валовый состав раствора**

Компонент	Стандартные условия	Условия «пласта»
Na <sup>+</sup> , мг/л	575	575,8
K <sup>+</sup> , мг/л	95	95
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	5	5
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	0	0
(NH <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> , мг/л	2,1	2,1
Fe, мг/л	6,6	6,6
(HCO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> , мг/л	1256,6	1205,8
Cl <sup>-</sup> , мг/л	248,5	248,5
(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup> , мг/л	5,5	5,5
(CO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup> , мг/л	0	35,8
CO <sub>2</sub> , мг/л	0	10,4
pH	8,2	7,681
M, мг/л	2195	2196,1
CH <sub>4</sub> , % об.	69,16	–
CO <sub>2</sub> , % об.	1,76	–
N <sub>2</sub> , % об.	23,76	–
O <sub>2</sub> , % об.	5,32	–
t, °C	22,0	18
P, МПа	0,1	7,18

Среди угленосных отложений участка насчитывается 11 пластов угля мощностью от 1,6 до 21,3 м. В Кузнецком угольном бассейне многочисленными исследованиями состава газов установлены следующие компоненты: метан, его гомологи, азот, углекислый газ, водород, сероводород, инертные газы – гелий, аргон, криптон, неон, ксенон. Метан, азот и углекислый газ являются основными и наиболее распространенными в угольных пластах и вмещающих породах. Прочие газы образуют примеси. Наличие газов, как и в большинстве угольных бассейнов, обусловлено преимущественно их образованием при метаморфизме органического вещества пород (CH<sub>4</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>), проникновением в недра воздуха (N<sub>2</sub>, Ar, Kr, Ne, Xe), окислительными и биохимическими процессами (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), радиоактивным распадом (He). Содержание азота закономерно увеличивается с приближением к дневной поверхности от 0 до 95%. Это, а также количественное отношение аргона и азота подтверждают его преимущественно воздушное происхождение. Наличие в углях углекислого газа связано, главным образом, с окислительными и биохимическими процессами в верхних слоях осадочных отложений. Его содержание определяется рядом факторов, в частности, активностью процессов его генерации, действием инфильтрационных вод и изменяется с глубиной от 70 до десятых долей процента.



**Рис. 1. Выделение газа (мл/л) при ступенчатом снижении давления**



**Рис.2. Изменение состава и количества водорастворенного газа (% об.) при снижении давления**

Из всех выделенных факторов, влияющих на газоносность угольных пластов в Ерунаковском районе Кузнецкого угольного бассейна, основными являются – глубина залегания и степень метаморфизма угольных пластов.

Моделирование осуществлялось с помощью программного комплекса HG32, предусматривающего, наряду с большим числом других опций, возможность расчета ряда наиболее важных характеристик газов, водно-газовых равновесий и моделирование эвазии/инвазии (выделения из раствора/растворения) газов в широком диапазоне составов воды и газа и термобарических условий (Букаты, 2002). Как показывают данные расчётов, общее газовыделение закономерно увеличивается при ступенчатом снижении давления, то есть при приближении давления к атмосферному газ из водорастворённого состояния переходит в свободную фазу (рис. 1). Важно отметить, что в интервале давлений 7,18 – 4,5 МПа выделилось сравнительно небольшое количество газа – 60 мл/л, а при дальнейшем понижении давления (от 4,5 МПа до атмосферного) наблюдается резкий скачок газовыделения (выделилось газа 140 мл/л). Как видно из рис. 2, состав газа в пластовых условиях (давление  $P=7,18$  МПа и температура  $t=18^{\circ}\text{C}$ ) существенно метановый, при приближении к стандартным условиям лишь незначительно увеличивается доля  $\text{CO}_2$  в объёме выделившегося газа, а состав устьевого ВРГ более чем на 50% представлен углекислым газом, что связано со значительно более высокой растворимостью последнего. Также расчёты показали, что динамика изменения количественного соотношения составов выделяющегося и свободного газов совпадают. То есть при ступенчатом снижении давления растворенный газ, постепенно выделяясь, полностью переходит в свободную фазу. При этом закономерно снижается содержание азота от 38,2% об. (в пластовых условиях) до 3,0% об. (на устье скважины), что можно объяснить переходом азота в свободную газовую фазу. Углекислый газ в свободной фазе и выделившемся газе практически отсутствует. Незначительное (до 5% об.) содержание кислорода рассматривается в качестве примеси и существенного влияния на динамику газовыделения не оказывает. В целом состав ВРГ является существенно метановым, причём содержание метана повышается с глубиной. Это объясняется тем, что сорбционные свойства углей, изменяющиеся при метаморфизме, определяют закономерное повышение интенсивности нарастания метаносности угольных пластов и угольного вещества вмещающих пород с глубиной.

Таким образом, имея в качестве исходных данных состав вод и ВРГ, с помощью современных методов физико-химических расчетов можно моделировать газовыделение при откачке воды из угольных пластов и вычислять количественные соотношения всех компонентов газа в различных фазовых состояниях, что, в свою очередь, даёт возможность для дальнейшего прогнозирования и освоения газоносных (угольных) месторождений.

Работа выполнена при поддержке Минобразования и Минпромнауки РФ (гранты Е02-9.0-60, 09.01.414, 1566.2003.05).

ур

#### Литература

1. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия ТПУ. – Томск, 2002. – Т. 305. – Вып. 6. – С. 348 – 365.
2. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промышленной добычи метана из угольных пластов / Под ред. А.М. Карасевич, В.Т. Хрюкина, Б.М. Зимакова и др. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 64 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИСМУТА В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПАХ ПРИРОДНЫХ ВОД ТУНДРОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Н.В. Гусева

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природные воды остаются слабо изученными по распространенности в них висмута. Опыт работ по использованию висмута при оценке эколого-геохимического состояния окружающей среды и как поискового гидрогеохимического признака зон оруденения (Еникеев, 1974; Шестаков, 1991; Хвощевская, 2003) показывает, что повышенные содержания Вi в водах с большой долей вероятности могут указывать на определенный тип руд, в частности, золотой, и в этом смысле его можно считать типоморфным элементом.

Особенности поведения висмута в водах рассмотрены на примере исследований на Приполярном Урале, где летом 2004 года в районе золоторудного месторождения Новогоднее-Монто на Тоупугол-Ханмейшорской площади проведены опытно-методические работы сотрудниками и студентами Томского политехнического университета и отобрано 155 проб воды. Определение около 70 химических элементов выполнено с использованием масс-спектрометрического метода с индуктивно-связанной плазмой на приборах Perkin-Elmer. При оценке распространенности висмута в водах применен аппарат методов математической статистики.

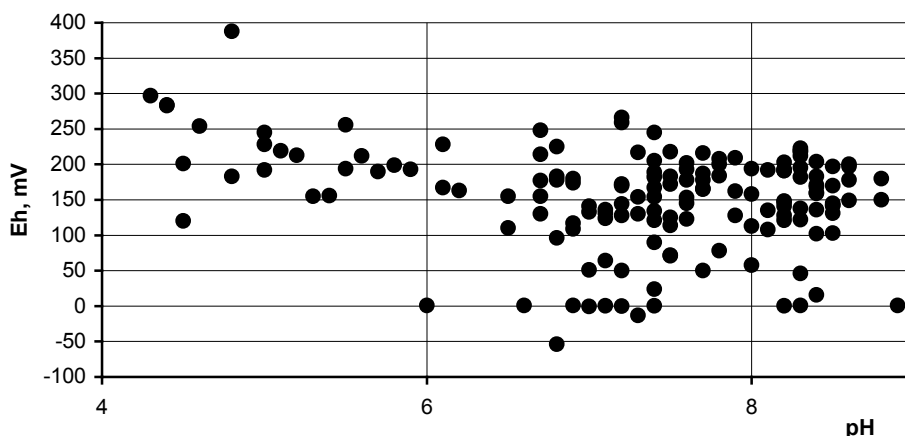


Рис. 1. Изменение окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных свойств природных вод Тоупугол-Ханмейшорской площади.

Район исследования находится в области развития многолетнемерзлых пород. Верхняя граница мерзлой толщи сливается с нижней границей деятельного слоя и находится на глубине от 0,5 до 4 м. На гидрогеологические особенности территории значительное влияние оказывает высокая относительная влажность и слабая испаряемость. Повышенная водообильность отмечается в зонах дизъюнктивных нарушений за счет разгрузки межмерзлотных и подмерзлотных вод.

Воды рассматриваемого района пресные гидрокарбонатные магниево-кальциевые от кислых до слабощелочных. Минерализация вод изменяется от 20 мг/л до 450 мг/л и зависит от преобладающих источников обогащения вод химическими элементами. Геохимическая обстановка природных вод Тоупугол-Ханмейшорской площади характеризуется значениями Eh от -55 до 388 mV и pH от 4.3 до 8.8 и может быть, в целом, оценена как окислительно-восстановительная – типичная для промежуточных сред (болотных и грунтовых вод, по Р.Гаррелсу, Ч.Крайсту, 1968). Повышение pH вод сопровождается некоторым снижением Eh. По значениям этих основных параметров геохимической среды выделяются следующие группы вод на территории Тоупугол-Ханмейшорской площади (рис. 1).

1. Группа кислых и слабокислых ультрапресных вод с pH от 4.3 до 6.0 и значениями Eh 150 – 388mV;
2. Группа слабокислых, нейтральных и слабощелочных ультрапресных и пресных вод с pH 6.0 – 7.9 и значениями Eh – от отрицательных до 280 mV;
3. Группа слабощелочных и щелочных пресных вод с pH от 8.0 до 8.9 и значениями Eh 100 – 220mV.

По составу типоморфных элементов и величине общей минерализации эти воды можно разделить на пять геохимических разновидностей с учетом изучения степени их равновесия с породообразующими минералами.

В связи с тем, что на исследуемой площади развиты, преимущественно, алюмосиликатные породы с ограниченным распространением карбонатных отложений, основным фактором обогащения вод химическими элементами является гидролиз алюмосиликатов, сопровождающийся образованием из вод окислов, глин, карбонатов и процессами гиббситизации, каолинитизации, монтмориллонитизации и кальцитизации.

Все без исключения природные воды (с различной величиной минерализации) неравновесны с эндогенными алюмосиликатами (анортитом, альбитом и др.) и вместе с тем они располагаются в поле устойчивости глинистых минералов (гиббсита,

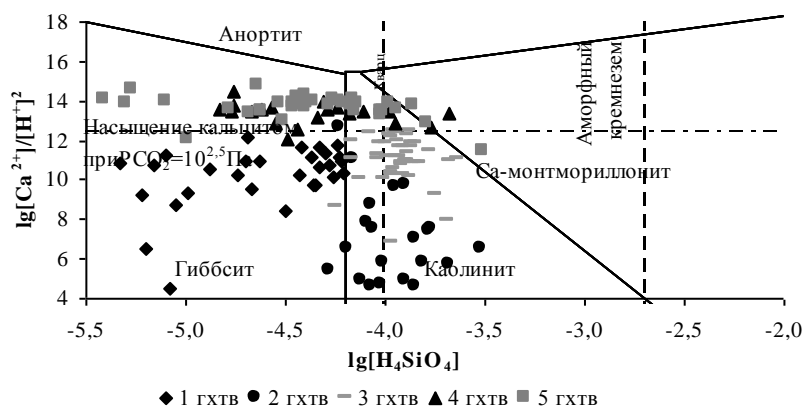


Рис.2. Диаграмма равновесия вод с вторичными алюмосиликатами

монотморрелонита и кальцита) (рис. 2). Это позволило выделить группы природных вод, равновесных с этими минералами (табл.).

Таблица

Геохимические типы природных вод Тоунугол–Ханмейшорской площади

Тип вод	Необходимое химическое условие	Геохимический тип выветривания	Характеристика природных вод	Геохимические типы вод
Кислый железисто–алюминиевый	Равновесие с окислами алюминия, железа и др.	Латеритный	Ультрапресные нейтральные воды, Si < 2.3 мг/л	1
Кислый кремнисто-органический	Равновесие с каолинитом и SiO <sub>2</sub> и вынос Al, Fe	Подзолообразование	Ультрапресные слабо кислые воды, Si >2.3 мг/л, с высокими концентрациями железа, органических кислот	2
Алюминиево-кремнистый	Равновесие с каолинитом	Моносиаллитный	Пресные нейтральные воды, Si >2.3 мг/л	3
Кремнисто-Са (Mg Na K Fe)	Равновесие с монтмориллонитом и	Бисиаллитный	Пресные нейтральные воды, Si >>2.3 мг/л	
Щелочной карбонатно-кальциевый	Равновесие с кальцитом	Карбонатобразование	Пресные слабощелочные воды	4
			Пресные слабощелочные воды с SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> >10мг/л	5

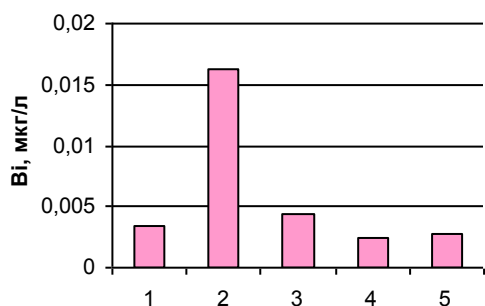


Рис.3. Распространение висмута в различных геохимических типах вод

значений висмута (рис. 3) и выявлены повышенные концентрации висмута во втором типе вод, благодаря слабощелочным свойствам природной воды, благоприятной для водной миграции висмута.

С увеличением pH и минерализации вод наблюдается уменьшение концентраций висмута в водах, образующих каолинит и, особенно, кальцит, вероятно, за счет сорбции этими новообразующимися минералами. Вместе с тем, в пределах рудоносных площадей, даже в условиях негативного влияния сорбционных процессов, происходит anomальное обогащение вод микрокомпонентами, что благоприятствует проведению гидрогеохимических поисков.

#### Литература

1. Еникеев Н. И. К миграции висмута в природных водах // Узбекский геологический журнал. – Ташкент, 1973. – № 2. – С. 23 – 26.
2. Хвещевская А.А., Сметанина И.В. Висмут в природных водах юга Сибири и северо-западного Китая // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Материалы научной конференции, посвященной 100-летию профессора Томского политехнического университета П.А.Удодова. – Томск, 2003. – С. 125 – 128.
3. Шестаков Б. И. Гидрогеохимия золоторудных месторождений Верхнего Приамурья. – Благовещенск. Изд-во Амурского гос. ун-та, 2001. – 195 с.

# ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПОДТОПЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ В ЗОНЕ РАЗГРУЗКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТОМЬ-ЯЙСКОГО ВОДОРАЗДЕЛА В ГОРОДЕ ТОМСКЕ

Н.Ю. Кириченко

Научный руководитель профессор Г.Г. Щербак

*Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*

На территории г. Томска имеют широкое распространение процессы подтопления. Негативными последствиями подтопления являются заболачивание территорий, сырость или затопление подвальных помещений, нарушение устойчивости оснований, вызывающих неравномерные осадки фундаментов и деформации зданий и сооружений, морозное пучение фундаментов. Процессы подтопления создают неблагоприятные экологические условия для проживания и развитие неблагоприятных геологических процессов. В пределах территории города выделяют участки с естественным и техногенным подтоплением. Естественно подтопленные территории включают высокую пойму р. Томи, а также первую надпойменную террасу р. Ушайки и подошву склона Томь-Яйского водораздела. В пределах самого склона выделяют участки с естественным и техногенным подтоплением. Причинами естественного подтопления на территории города являются: разгрузка подземных вод водоносных горизонтов, подъем уровней воды в реках Томь и Ушайка в паводковый период, наличие слабопроницаемых отложений в пределах высокой поймы р. Томи и первой террасы р. Ушайки.

За последние 30 лет в г. Томске уровень подземных вод на участках с нарушенным режимом поднялся на 3 – 5 м. Площадь территории с глубиной залегания грунтовых вод и верховодки до 4 м составляла 6 тыс. га в 1988 г. или 52% всей территории города. Из них 28% территории относится к техногенно подтопленной (Крепша, 1999; Кузеванов, 1999). Причины техногенного подтопления включают утечки из водонесущих коммуникаций, барражные эффекты свайных полей, нарушение поверхностного стока и дренирование подземных вод. Общий ущерб от подтопления 1 га городских территорий оценивается в 30 – 460 млн. руб. В целом по стране, согласно оценке Госстроя России, ущерб от подтопления застроенных городских территорий составляет около 60 трлн. руб./год (в ценах 1997 г.).

Одним из активно подтапливаемых участков является склон Томь-Яйского водораздела. Здесь наблюдается процесс пластовой разгрузки регионального палеоген-неогенового водоносного горизонта по долине р. Томи и Ушайки на участках Московского тракта, Воскресенской и Каштачной горы, ул. Б.Подгорной, ул. Загорной.

Томь-Яйский водораздел сложен палеоген-неогеновыми отложениями, залегающими непосредственно на коре выветривания глинистых сланцев, которые сверху перекрыты четвертичными отложениями федосовской свиты и верхнечетвертичными субэвральными суглинками и супесями. Палеогеновая система на территории города представлена отложениями новомихайловской и лагерно-томской свит (Щербак, 1999).

На территории Томь-Яйского водораздела вскрыты подземные воды палеогеновых отложений новомихайловской и лагерносадской свит и четвертичных отложений. Подземные воды второй надпойменной террасы р. Ушайки представляют собой транзитный водоносный горизонт Томь-Яйского водораздела, который в ряде случаев пополняется за счет утечек из водонесущих коммуникаций и атмосферных осадков.

Водоносные горизонты палеогеновых отложений приурочены к пескам и гравийно-галечниковым отложениям. В пределах древних ложбин стока коры выветривания глинистых сланцев мощность этих отложений увеличивается на 2 – 3 м. Это способствует перераспределению подземного стока и увеличению водопритоков на участках их эрозионного среза. По гидравлическим признакам подземные воды относятся к напорно-безнапорным. На выходах палеогеновых пород в районе Лагерного сада они имеют безнапорный характер. В зоне разгрузки Томь-Яйского водораздела по долине р. Томи и Ушайки на участках Московского тракта, Воскресенской и Каштачной горы, ул. Загорной они приобретают слабый напорный характер. Гидродинамический уровень устанавливается на 1 – 2 м выше кровли водоносного горизонта. В районе Черемошников и далее на северозапад воды имеют напорный характер. Их уровень устанавливается вблизи поверхности земли на отметках 73 – 80 м. Коэффициенты фильтрации для пылеватых песков изменяются от 0,8 до 1,5 м/сут, для мелких и средних промытых песков от 3 до 5 м/сут и для гравийно-галечниковых отложений от 8 до 15 м/сут. По данным откачек, выполненным для палеоген-неогеновых водоносных горизонтов в микрорайоне «Солнечном», Лагерном саду и ул. Б. Подгорной удельные дебиты изменяются от 0,2 до 0,8 л/с.

Подземные воды неогеновых отложений чокковской свиты образуют один водоносный горизонт, который приурочен к пылеватым и гравелистым пескам и супесям. Данный водоносный горизонт пользуется широким распространением на территории города в пределах склона Томь-Яйского водораздела. Подземные воды порового типа, безнапорные. Напорный характер подземные воды приобретают в случае появления перекрывающих водоносный горизонт глинистых пород на участках уменьшения его мощности. В целом, водоносный горизонт достаточно выдержан по площади. Его мощность в среднем составляет 8 – 12 м, увеличиваясь иногда до 20 – 25 м. Гидравлические градиенты изменяются от 0,005 в водораздельной части до 0,1 в зоне разгрузки. Глубина залегания уровня водоносного горизонта в пределах водораздела составляет в среднем 22 – 25 м. По данным Томской гидрогеологической экспедиции водообильность отложений чокковской свиты меняется в широких пределах – от 0,013 до 7,8 л/с при понижениях уровня от 4,4 до 7,6 м. Коэффициенты фильтрации для супесей колеблются от 0,2 до 0,6 м/сут, пылеватых песков – от 0,6 до 1,2 м/сут и гравелистых песков от 5 до 8 м/сут. Подземные воды разгружаются в пределах глубоких оврагов и по берегам рек Томи, Ушайки и М. Киргизки. Дебиты источников изменяются от 0,3 до 0,5 л/с (Крепша, 1999).

Подземные воды второй надпойменной террасы р. Ушайки залегают в пределах центральной части города и занимают участки от Университетской роши и главпочтамта до золоотвала. В основании разреза второй террасы залегают гравелистые пески и гравийные образования мощностью от 0,5 до 1,5 м, которые вверх по разрезу сменяются супесями, песками и иловатыми суглинками. Подстилающими породами служат глины коры выветривания глинистых сланцев и щебень этих пород. Подземные воды безнапорные. Питание их осуществляется за счет разгрузки водоносных горизонтов склона Томь-Яйского водораздела и атмосферных осадков, в ряде случаев – за счет утечек из водонесущих коммуникаций. На отдельных участках отмечается разгрузка подземных вод в виде пластовых выходов и источников сосредоточенного типа (ул. Советская, ул. Герцена, ул. Алтайская и др.).



На территории микрорайона «Солнечный» встречены два водоносных горизонта Томь-Яйского водораздела. Верхний водоносный горизонт залегает в интервале 6,5 – 10 м и приурочен к мелким и пылеватым пескам. Мощность его колеблется от 3 – 3,5 до 0,8 – 1,0 м. Водовмещающие пески характеризуются довольно низкими коэффициентами фильтрации  $K_f = 1,1$  м/сут. и обладают слабой водоотдачей. Водоносный горизонт имеет общий уклон в юго-западном направлении и частично погружается в вершине и правом борту лога, расположенного западнее дома № 89. Нижний водоносный горизонт отделен от верхнего толщей плотных суглинков и глин кочковской свиты мощностью 10 – 12 м и приурочен к разнородным пескам неогенового возраста. Мощность песков составляет 10 – 11 м в пределах плато и 4 – 5 м в приподнятой части склона. Направление стока юго-восточное и южное. Разгрузка нижнего водоносного горизонта осуществляется в подошве склона. Выходы источников имеют рассредоточенный и сосредоточенный характер. В результате подпора водоносный горизонт в приподнятой части склона приобретает напорный характер и оказывает гидростатическое давление на грунтовый массив, способствуя развитию оползневых процессов. В целях защиты данного участка от подтопления были осуществлены мероприятия по устройству вертикальных дренажных скважин по типу водопоглощающих колодцев для перетока подземных вод верхнего водоносного горизонта в нижний. Для регулирования подземного стока нижнего водоносного горизонта в пределах подошвы склона и прилегающего к дому № 89 по ул. Иркутский тракт оползневого участка был сооружен горизонтальный дренаж с выпуском дренируемых вод в ливневую канализацию.

**Таблица**

**Расход подземных вод выделенных участков**

№ участка	Мощность водоносного горизонта, м	Протяженность участка, м	Литологический состав	Коэффициент фильтрации, м/сут.	Гидравлический градиент		Расход грунтового потока, м <sup>3</sup> /сут.	
					паводок	межень	паводок	межень
1	4,3	1625	Песок мелкий и средний	4,0	0,1	0,06	2795	1677
2	1,3	2200	Песок разнородный	4,0	0,1	0,06	1144	686,4
3	3,3	2000	Песок крупный	5,0	0,1	0,06	3300	1980
4	2,0	1563	Песок разнородный	4,0	0,1	0,06	1250	750

По материалам инженерно-геологических изысканий, выполненных в период 2000 – 2005 гг., были проведены расчеты расхода грунтового потока подземных вод палеоген-неогенового водоносного горизонта в зоне их разгрузки с учетом гидрогеологических характеристик данного района. С этой целью подошва склона Томь-Яйского водораздела была разделена на участки с одинаковыми гидрогеологическими условиями, для которых были определены мощность водоносных горизонтов, состав и фильтрационные свойства грунтов и гидравлические градиенты. По степени однородности гидрогеологических условий были выделены следующие участки: 1) от ул. Нахимова до Ботанического сада ТГУ; 2) от ул. Кирова до ул. Беленца; 3) от ул. Обруб до ул. Дальне-Ключевская; 4) от ул. Большеовражная до ул. 79 Гв. Дивизии. Средний расход подземных вод, согласно выполненным расчетам для выделенных участков представлен в таблице.

В общей сложности доля бокового притока на высокую пойму р. Томи со стороны Томь-Яйского водораздела составляет 5093,4 – 8489 м<sup>3</sup>/сут.

В паводковый период со стороны р. Томи осуществляется дополнительное питание подземных вод, что создает временный подпор для разгружающегося со склона водоносного горизонта.

Расположенные в пределах зоны разгрузки подземных вод Томь-Яйского водораздела существующие здания и сооружения испытывают сильное воздействие процессов подтопления. Для их защиты на отдельных участках ул. Московский тракт построены локальные горизонтальные дренажи, которые не решают общую проблему подтопления данной территории.

Как видно из приведенных расчетов, для дренирования такого количества подземных вод, поступающих со стороны склона, требуется разработка специальных проектов дренажных сооружений вдоль его подошвы.

#### Литература

1. Крепша Н.В. Типизация инженерно-геологических условий территории г. Томска как основа прогноза их изменений при освоении: Дис. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 1990.
2. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований г. Томска // Обской вестник. – Новосибирск, 1999. – С. 53 – 58.
3. Щербак Г.Г. Современные проблемы инженерной геологии г. Томска и пути их решения // Обской вестник. – Новосибирск, 1999. – С. 27 – 31.

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

**Н.Н. Краснощекова**

Научный руководитель доцент Т.Я. Емельянова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Как известно, фильтрация в породах происходит под влиянием следующих факторов:

- 1) силы тяжести – гравитационное передвижение жидкости;
- 2) разности напоров;
- 3) сжатия породы внешним давлением;
- 4) капиллярных сил;
- 5) осмотических сил, обусловленных разностью концентраций растворенных в воде веществ и других факторов (изменения температуры, испарения, замерзания) (Грунтоведение, 1983).

Скорость передвижения, которая характеризуется коэффициентом фильтрации, зависит преимущественно от пористости пород, плотности, влажности.

В данной работе характеризуются особенности перемещения воды в загрязненных нефтепродуктами (НП) грунтах, представляющих геологический разрез площадки в п.Зональном.

В геоморфологическом отношении участок представляет собой междуречье рек Басандайки и Ушайки. Геологический разрез сложен насыпными грунтами – суглинками тугопластичной консистенции с включением гальки, гравия и строительного мусора, мощностью 0,5 – 1,0 м и аллювиальными грунтами, представленными суглинками тугопластичной консистенции, мощностью 2,0 – 2,3 м, мягкопластичной консистенции, мощностью 0,8 – 1,2 м и текучепластичной консистенции, мощностью 5,8 – 7,2 м.

Из геологического разреза было отобрано три образца, из которых вначале был определен коэффициент фильтрации по данным лабораторных компрессионных испытаний при нагрузке 1,0 кгс/см<sup>2</sup> по формуле:

$$K_p = 0,85ah^2\gamma_w / 4(1+\epsilon_{cp})T,$$

где  $K_p$  – коэффициент фильтрации, см/с,

$a$  – коэффициент компрессии,

$\gamma_w$  – плотность воды,

$\epsilon_{cp}$  – средний коэффициент пористости,

$T$  – время, с (Чаповский, 1975). Затем в течение недели эти образцы были пропитаны бензином, для того чтобы провести сравнительную характеристику значений коэффициента фильтрации для грунта в естественном состоянии и подвергнувшись воздействию на него бензина. При этом получились следующие результаты (табл. 1): значения коэффициента фильтрации воды в грунте, пропитанном бензином, в два раза меньше, чем в грунтах в естественном состоянии.

Такое изменение значений коэффициента фильтрации возможно связано с тем, что при взаимодействии нефтепродуктов с грунтом произошло дополнительное увлажнение последнего. Кроме того, при взаимодействии грунта с бензином возможно происходит изменение состава грунта. Об этом свидетельствует тот факт, что при визуальном описании образца после взаимодействия с бензином обнаружены пятна зеленого цвета. Происхождение данных пятен возможно за счет перехода железа в закисную форму, а наличие такой формы железа способствует увеличению содержания тонкодисперсного материала и уплотнению грунта.

Плотность грунта под воздействием нефтепродуктов увеличивается за счет избыточного увлажнения и растворения органических остатков и солей, что было выявлено нашими анализами. В таблице 2 приведены результаты анализа по определению органического вещества методом ХПК.

**Таблица 1**

**Значения коэффициента фильтрации воды в грунтах**

Описание грунта	Глубина отбора образцов, м	Значения коэффициент фильтрации для грунта в естественном состоянии (см/с)	Значения коэффициент фильтрации для грунта пропитанного бензином (см/с)
Суглинок мягкопластичный	7,0 – 7,2	0,23·10 <sup>-6</sup>	0,10·10 <sup>-6</sup>
Суглинок текучепластичный	6,0 – 6,2	0,13·10 <sup>-6</sup>	0,06·10 <sup>-6</sup>
Суглинок текучепластичный	8,0 – 8,2	0,17·10 <sup>-6</sup>	0,07·10 <sup>-6</sup>

Уменьшение содержания органического вещества можно предположительно объяснить тем, что нефтепродукты экстрагировали Сорг. При окончании опыта оставшийся бензин (предположительно с поглощенным органическим веществом) был вылит.

**Таблица 2**

**Содержание органического вещества в грунтах (мг/г)**

Описание грунта	Содержание органического вещества в образце (естественное состояние)	Содержание органического вещества в образце (промоченный бензином)
Суглинок тугопластичной консистенции, ожелезненный	4,4	0,4
Супесь желто-бурая	5,3	0,6

При воздействии НП на грунты происходит изменение не только свойств грунтов, но и состава, что в основном уплотняет грунт и снижает скорость фильтрации воды в нем.

1. Грунтоведение / Под ред. Е.М. Сергеева. – М.: Изд МГУ, 1983. – 392 с.
2. Чаповский Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. – М.: Недра, 1975. – 302 с.

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗА ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ СЕТИ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**П.Ю. Кузнецов**

Научный руководитель доцент Ю.Н. Скоморошко

*Якутский государственный университет имени М.К. Аммосова, г. Нерюнгри, Россия*

Широкое внедрение в геологоразведочную практику электронной вычислительной техники потребовало разработки новых методик, позволяющих использовать возможности ЭВМ. В связи с этим была разработана программа СИГС-1. Программа позволяет производить оперативную оценку инженерно–геологических условий месторождения по прочностным характеристикам горных пород с учетом пространственной неоднородности массива месторождения и с прогноза оптимальной плотности сети инженерно-геологических скважин для исследуемого геологического объекта. Стоит отметить, что предлагаемый способ и программа учитывают требования ВНИМИ, в отличие от других методов оценки пространственной изменчивости исследуемых параметров (Кузнецов и др., 2004) работают на основе уточнения количества и пространственного распределения мест отбора проб. С помощью программы СИГС–1 можно оперативно производить оценку средневзвешенного коэффициента неоднородности, как меры площадной изменчивости и получить обоснованные рекомендации по распределению мест отбора проб по площади месторождения. Так же программа позволяет сохранять отчеты о ранее произведенных расчетах, что дает в свою очередь возможность отслеживать стабильность изучения инженерно-геологических условий месторождения (Инструкция....., 1975).

В структурном отношении программа СИГС–1 состоит из двух независимых расчетных модулей:

1. «Расчет средневзвешенного коэффициента неоднородности» (рис. 1);
2. «Расчет плотности сети» (рис. 2).

Расчетный модуль «Расчет средневзвешенного коэффициента неоднородности» предназначен для формирования базы данных средневзвешенного коэффициента неоднородности для каждой скважины по соответствующим стратиграфическим интервалам (интервалы вмещающих пород). Формирование базы данных производится непосредственно пользователем с клавиатуры путем ввода следующих исходных параметров: номер скважины; координата скважины по оси X; координата скважины по оси Y; стратиграфические интервалы (для вводимой скважины); предел прочности на одноосное сжатие (для вводимого стратиграфического интервала); предел прочности на одноосное растяжение (для вводимого стратиграфического интервала). Программа СИГС-1 выполняет расчет

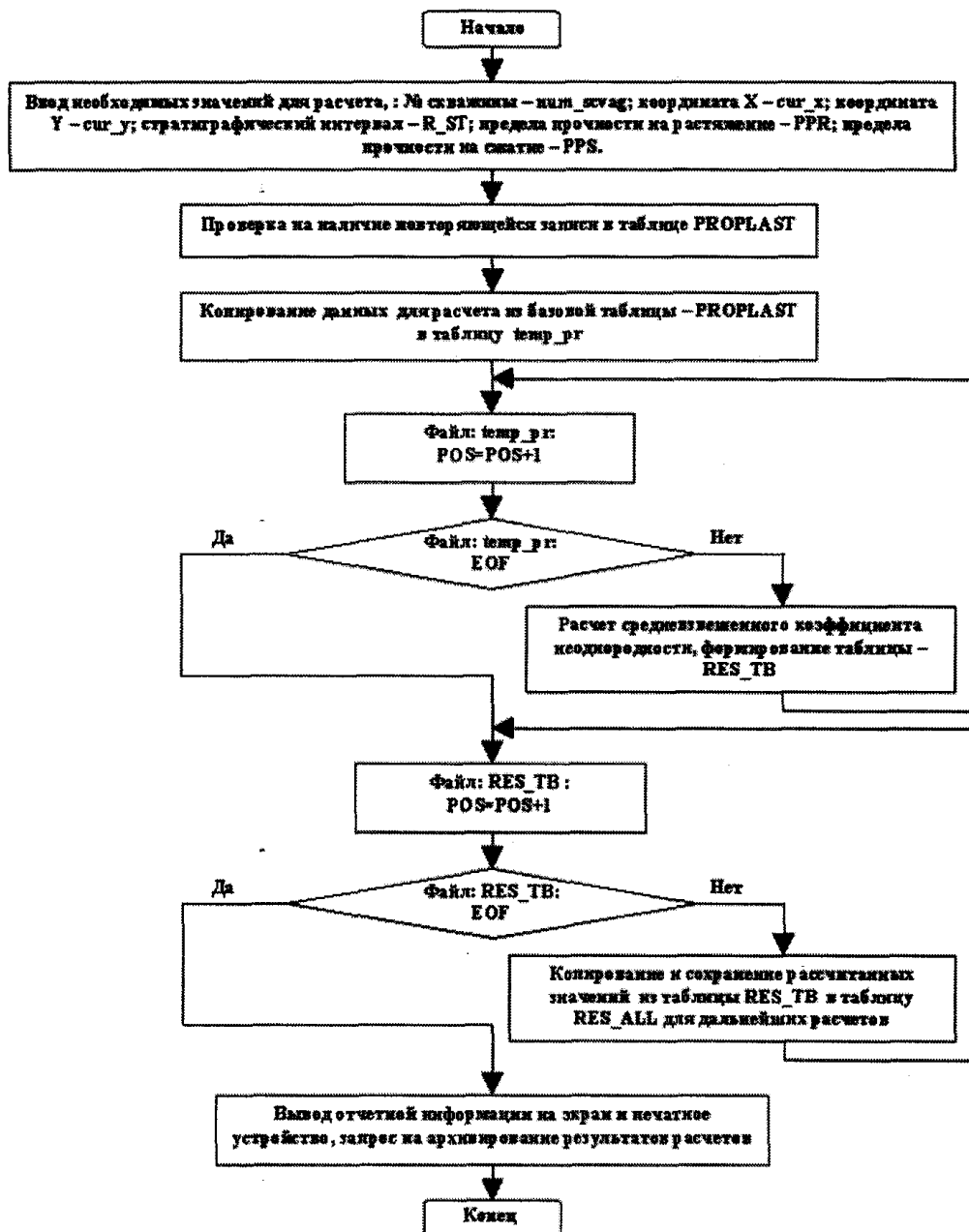


Рис. 1. Блок-схема расчетного модуля «Расчет средневзвешенного коэффициента неоднородности»

иших расчетов.

Расчетный модуль «Расчет плотности сети» предназначен непосредственно для расчета и вывода окончательных результатов: наиболее оптимальное расстояние между инженерно-геологическими скважинами по рассматриваемым стратиграфическим интервалам; код наиболее изменчивого стратиграфического интервала; степень сложности месторождения (в соответствии с классификацией ВНИМИ); степень неоднородности месторождения. По завершению расчета программой производятся запросы о выводе результатов на экран и сохранении полученных данных в архив отчетов.

В качестве основных преимуществ использования программы СИГС-1 для прогнозирования сети инженерно-геологических скважин стоит отметить:

- 1) программа СИГС-1 позволяет производить достоверный, эффективный и оперативный прогноз оптимальной плотности сети инженерно-геологических скважин;

средне  
взвеше  
нного  
коэфф  
ициен  
та  
неодн  
ородн  
ости  
по  
заданн  
ому  
коду  
страти  
графич  
еског  
о  
интерв  
ала.  
По  
завер  
шени  
ю  
расчет  
а  
програ  
ммой  
произв  
одятся  
запрос  
ы о  
вывод  
е  
резуль  
татов  
на  
экран,  
сохран  
ении  
получе  
нных  
данны  
х в  
архив  
отчето  
в и  
сохран  
ения  
данны  
х для  
дальне

- 2) в программе СИГС-1 возможно производить корректировку количества инженерно-геологических скважин регламентированных согласно рекомендациям методического пособия ВНИИМИ при их изменении;
- 3) создаваемые программой архивы позволяют хранить информацию о расчетах производимых на всех этапах изучения геологического объекта;
- 4) в связи с тем, что используемый в программе способ прогноза сети инженерно-геологических скважин не подразумевает разбиения скважин по профилям, то возможно производить прогноз при каждом новом единичном вводе информации (данных по скважине).

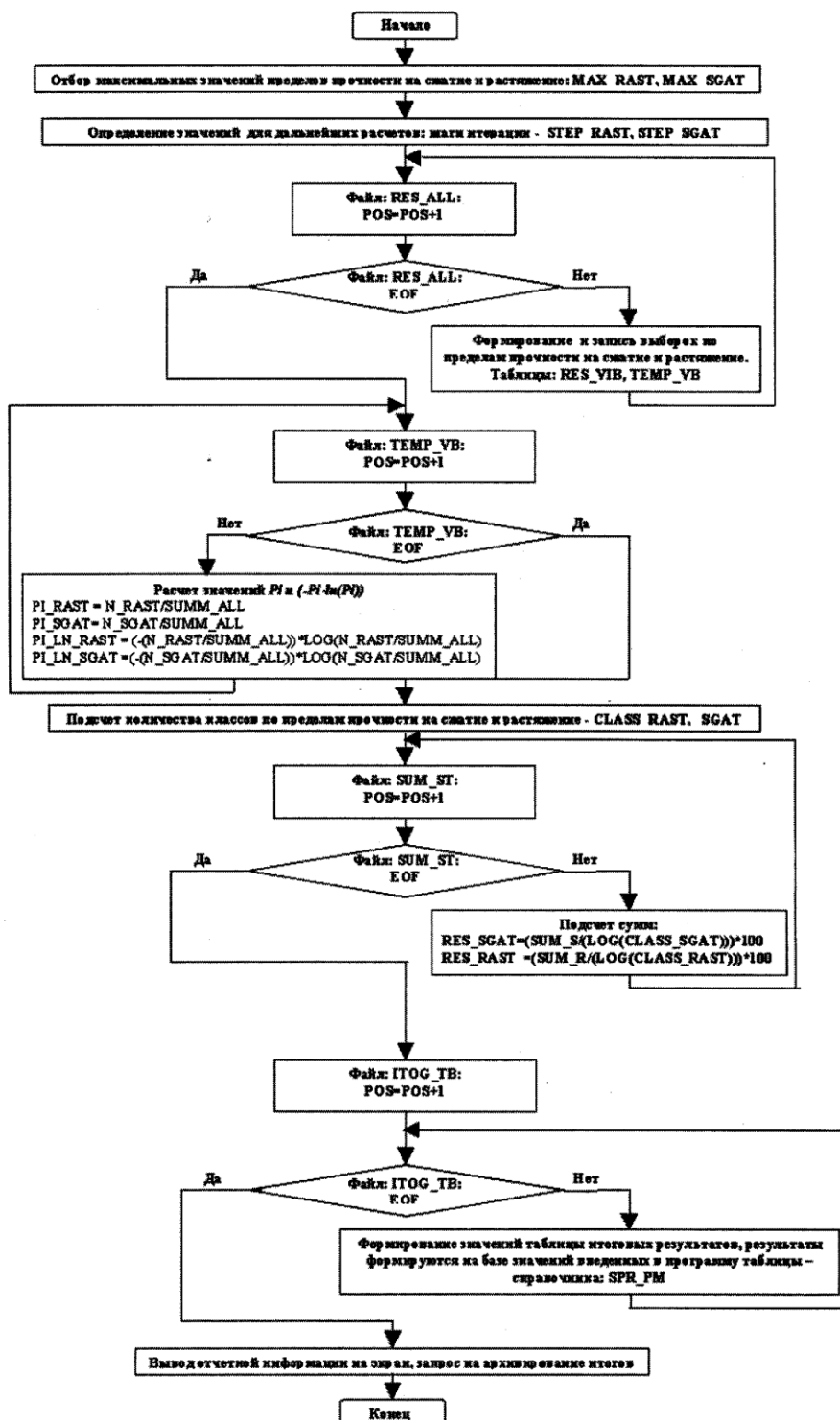


Рис.2. Блок-схема расчетного модуля «Расчет плотности сети»

#### Литература

1. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. – М.: Недра, 1975. – 52 с.

2. Кузнецов П.Ю., Скоморошко Ю.Н., Гриб Н.Н., Дронов В.Н. Выбор оптимальной сети инженерно-геологических скважин при разведке угольных месторождений // Вестник технического института (филиала) Якутского государственного университета. – Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2004. – С. 12 – 20.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ КРАПИВИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Д.Н. Михайлов**

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты  
*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Разработка нефтяных месторождений всегда сопровождается изменением гидрогеохимической обстановки продуктивных пластов, в том числе при заводнении и использовании методов увеличения нефтеотдачи пласта. Изменение отрицательно влияет на призабойную зону пласта, так как в этой зоне происходят основные изменения термодинамических условий (Геология ..., 1996; Гаттенбергер и др., 1979). Иницируется также проблема солеотложения, приводящего к неисправностям подземного и наземного оборудования (Кашавцев и др., 1985), что в свою очередь снижает дебиты добывающих скважин, выводит из строя запорную и контрольно-измерительную аппаратуру и является основной причиной заклинивания секций насосов и ухудшения изоляции кабеля на отрезке электродвигатель – станция управления. На Крапивинском нефтяном месторождении данная проблема ощущается наиболее резко.

Крапивинское локальное поднятие - наиболее крупная структура южной части Каймысовского свода – было выявлено и подготовлено под глубокое бурение в 1967-68 гг. сейсморазведочными работами МОВ, проводимыми силами Томского геофизического треста. Поисковое бурение начато Западной нефтеразведочной экспедицией в 1969 г. С 1984 г. начато глубокое поисково-оценочное бурение. Первые литолого-фациальные исследования проводились в период 1988 – 1997 гг. коллективом ТО СНИИГиМС. В 1989 г. гидродинамическая модель плавно-наклонного ВНК рассматривалась Н.В. Коптяевым. В 1994 г. специалистами ТомскНИПИнефть составлен проект пробной эксплуатации месторождения. В 1995 – 1997 гг. появляется первое обобщение накопившихся материалов. С 1997 г. проводились аналитические работы по изучению продуктивных пластов. В апреле 1998 г. на основании «Проекта пробной эксплуатации Крапивинского месторождения», составленного ОАО «ТомскНИПИнефть» ВНК, скважиной 61 месторождение было введено в пробную эксплуатацию. Крапивинское нефтяное месторождение расположено в юго-западной части Томской области и частично на территории Омской области.

В тектоническом плане месторождение приурочено к группе сложно построенных локальных поднятий, отделенных друг от друга узкими линейными мультисубпараллельными прогибами амплитудой 15 – 20 м. Морфологически поднятия образуют две крупные структуры III порядка – Крапивинскую и Западно-Крапивинскую. Обе структуры имеют общую морфогенетическую характеристику, характеризующуюся понижением общей гипсометрии с востока на запад и северо-востока на юго-запад от -2520 м до -2640 м и формируют в плане обособленную структурную зону, объединяющую разноамплитудные структуры Крапивинского месторождения.

В гидрогеологическом отношении месторождение находится на юго-восточной периферии Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Образования доюрского комплекса представлены осадочными и вулканогенными породами палеозоя и триаса, частично метаморфизированными, как правило, с развитой корой выветривания в верхней части разреза. Юрские отложения представлены терригенно-обломочными породами, которые с размывом залегают на доюрском основании и включают континентальный комплекс тюменской свиты и мелководно-морские и переходные породы васюганской свиты, являющейся продуктивным пластом. Васюганская свита условно подразделяется на две подсвиты: нижне-васюганскую, глинистую, представленную базальными трансгрессивными отложениями пласта Ю<sub>2</sub><sup>0</sup>, перекрытыми глинисто-алевролитовыми породами, и верхне-васюганскую, включающую песчаники. Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> на Крапивинском месторождении отсутствует, поскольку на данном участке Каймысовского свода он полностью размыт. Выше размещаются морские отложения георгиевской и баженовской свит, отложения мела, представленные в основном терригенно-обломочными породами, и отложения палеогена, сложенные терригенными морскими и континентальными породами.

По результатам анализа нефти Крапивинского месторождения можно классифицировать как сернистую (серы 0,8%), малосмолистую (содержание асфальтосмолистых веществ 6,4%), высокопарафинистую (содержание парафинов 7,6%). Пластовая нефть по физическим свойствам является легкой (плотность в пластовых условиях составляет 782,8 кг/м<sup>3</sup> при t<sub>пл</sub> = 93,1<sup>0</sup>С), маловязкой (вязкость в пластовых условиях равна 1,47 мПа·с). Сопоставление физико-химических свойств нефтей Крапивинского месторождения со свойствами нефти других месторождений показывает, что они существенно недонасыщены легкими углеводородами, характеризуется более низким газосодержанием и повышенным содержанием парафинов.

Химический анализ проб воды проводился по 13 скважинам пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>, по 2 скважинам пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> и двум совместным пробам (табл. 1).

По своему химическому составу воды относятся к хлоридному натриевому типу. Средняя минерализация пластовой воды составляет 31,3 г/л по пласту Ю<sub>1</sub><sup>3</sup>, показатель рН = 5,85. Плотность воды составляет 1,02 г/см<sup>3</sup>. Определение вязкости в пластовых условиях не проводилось. Значение вязкости воды полученное расчетным путем по значению общей минерализации (Карцев и др., 1983), составляет 0,306 мПа·с.

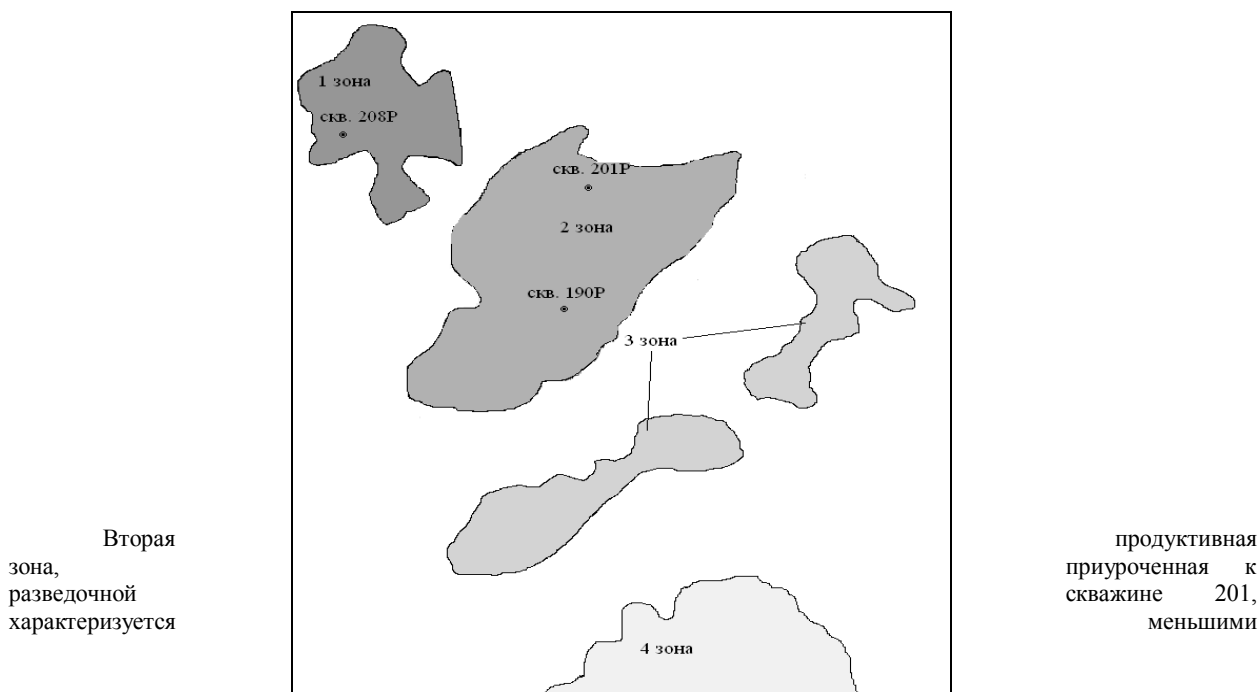
*Таблица 1*

*Средний химический состав подземных вод*

Наименование параметра		Пласт Ю <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Пласт Ю <sub>1</sub> <sup>3</sup>
Количество исследований	Скважин	2	10
	Проб	2	13

Содержание ионов, (мг/л)/(мг*экв/л)	Cl <sup>-</sup>	19215 / 541,3	18635 / 536
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1140,5 / 18,7	945,3 / 19,5
	Ca <sup>2+</sup>	762 / 38,1	582 / 30,3
	Mg <sup>2+</sup>	431,5 / 35,4	224 / 18,65
	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	11572,5 / 503,16	11373 / 502,86
	Fe общ.	7 / –	58,78 / –
	I	5,2 / –	1,58 / –
	Br	86,8 / –	68,3 / –
	Sr	337,7 / –	213,53 / –
	B	23 / –	11,92 / –
Тип воды		Хлоридные натриевые	

Для продуктивного пласта на территории Крапивинского месторождения выделены четыре продуктивные зоны, которые отличаются по своим продуктивным свойствам (рис. 1). Среди них наиболее высокой продуктивностью и, соответственно, наилучшими фильтрационными характеристиками обладает северо-западный купол. Средний коэффициент продуктивности в этой части равен 32,5 м<sup>3</sup>/(сут·МПа), причем наиболее высокая продуктивность, составляющая 126 м<sup>3</sup>/(сут·МПа), определена в районе скважины 208.



**Рис. 1. Зоны с различной продуктивностью пород**  
(Средняя продуктивность м<sup>3</sup>/(сут·МПа): 1 – 32,5; 2 – 15,9; 3 – 2,8; 4 – 1,6)

продуктивностями скважин и находится в пределах от 1,0 м<sup>3</sup>/(сут·МПа) в разведочной скважине 190 до 31,8 м<sup>3</sup>/(сут·МПа) в скважине 201. Удельные дебиты в третьей продуктивной зоне составляют в среднем 2,8 м<sup>3</sup>/(сут·МПа). Средняя продуктивность на остальной части месторождения изменяется в пределах 0,6 – 6,3 м<sup>3</sup>/(сут·МПа).

В настоящее время фонд насчитывает 48 добывающих скважин и 26 нагнетательных. Средняя обводненность и дебит по Крапивинскому нефтяному месторождению составляют соответственно 58,4% и 213,2 м<sup>3</sup>/сут (табл. 2). Закачка в пласт составляет 12470 м<sup>3</sup>/сут при давлении нагнетания 18,0 МПа.

Обводненность добывающих скважин

Обводненность, %	Скважин, шт.	Ср. обводненность, %	Ср. дебит, м <sup>3</sup> /сут
>90	11	93	242
76 – 89	7	84	256
51 – 75	11	60	218
27 – 50	7	42	147
3 – 25	12	13	203

Начальное пластовое давление пласта Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> составляло 27,9 МПа. За время пробной эксплуатации среднее пластовое давление в зоне отбора снизилось на 4 МПа. После окончания проекта пробной эксплуатации при разбуривании наметилась тенденция отставания по вводу нагнетательных скважин, что привело к снижению еще на 5 МПа до 18,6 МПа (рис. 2).

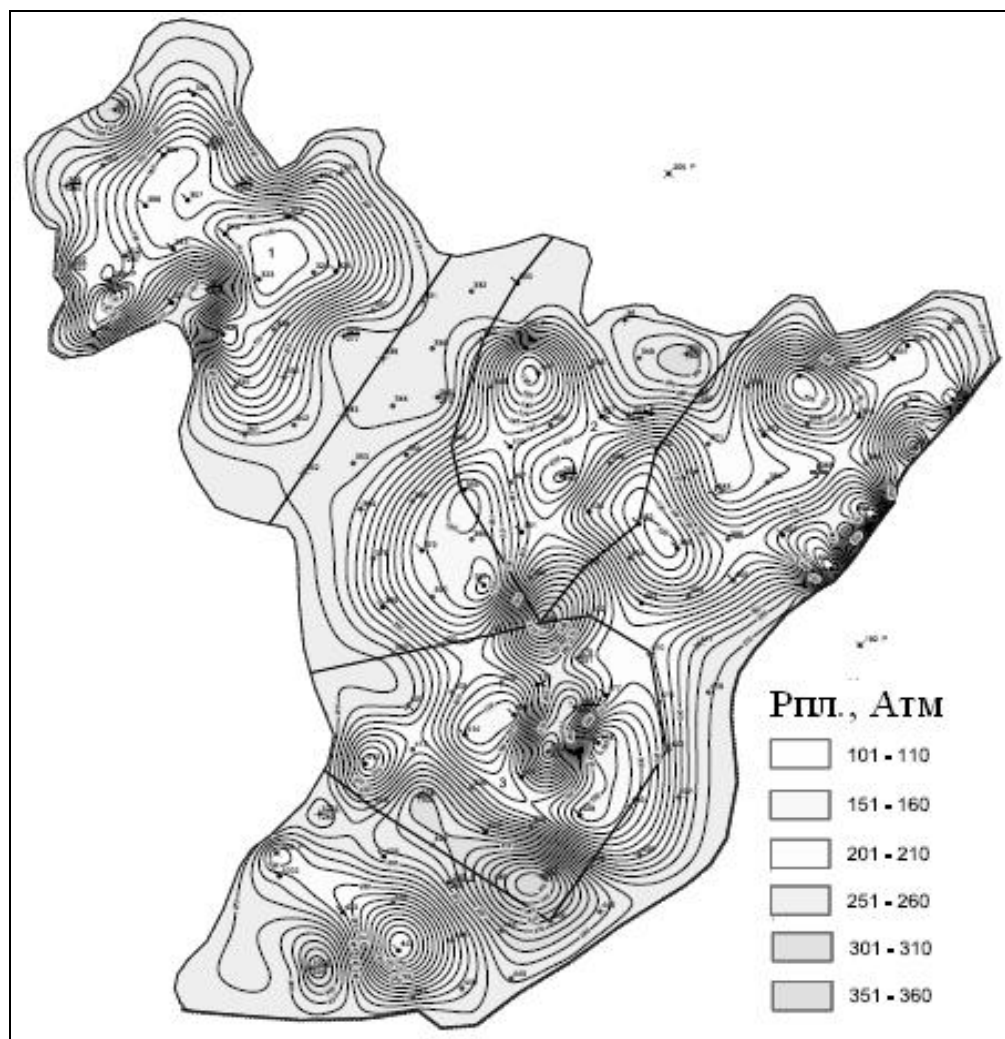


Рис. 2. Карта изобар разрабатываемой части месторождения

Основной фонд солеобразующих скважин состоит из высокодебитных скважин с обводненностью свыше 50%. В большей части этих скважин проводился гидравлический разрыв пласта.

Для удаления солей из призабойной зоны пласта, из рабочих органов ЭЦН и поверхностного оборудования на Крапивинском н.м. используют кислотные обработки соляной, фтористо-водородной кислотами и неионогенные ПАВ. Было рекомендовано также использование ингибитора, вводимого в оптимальных дозировках в водонефтяной поток до зоны выпадения солей (Бугорин, 1995).

Прогнозирование дальнейшего развития техногенного солеотложения в стволе эксплуатационных скважин, оборудовании системы сбора и подготовки нефти и породах продуктивного пласта возможно на основе использования физико-химического моделирования этих процессов.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (гранты №№ E02-9.0-60, ур 09.01.414).*



1. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России / Под ред. Р.Д. Абдулмизитова, К.С. Баймухаметова, В.Д. Викторина и др. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – Т.1. – 280 с., Т.2. – 352 с.
2. Гаттенбергер Ю.П., Дьяконов В.П. Гидрогеологические методы исследований при разведке и разработке нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 244 с.
3. Кашавцев В.Е., Гаттенбергер Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение солеобразования при добыче нефти. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
4. Карцев А.А., Никаноров А.М. Нефтегазопромысловая гидрогеология. – М.: Недра, 1983. – 199 с.
5. Буторин О.И. Обобщение экспериментальных исследований по определению эффективности применения газового и водогазового воздействия на пласты // Нефтепромысловое дело. – М., 1995. – № 8–10. – С. 54 – 59.

## СТРУКТУРА ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА В ПОЛОСЕ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПОТОКА ВТОРОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА НА ПОЛИГОНЕ ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Н.В. Назарова

Научный руководитель доцент А.А. Лукин  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Актуальность.** В настоящее время в связи со стремительным развитием ядерного промышленного комплекса возникает опасность образования большого количества радиоактивных отходов, специфика которых заключается в трудности их обезвреживания и утилизации. Одним из способов окончательного удаления из среды обитания человека радиоактивных отходов является метод, основанный на закачке жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в находящиеся в сейсмостабильных районах глубинные (400–1000 м) водоносные горизонты, не имеющие и не имевшие в прошлом в течение геологических отрезков времени (миллионов лет) сообщения с поверхностью Земли. Однако существует опасность распространения ЖРО в подземном водоносном горизонте. Поэтому актуальной становится проблема снижения содержания ЖРО в фильтрационном потоке за счет влияния на него элементов водного баланса (Шварцев, 1996).

**Цель работы** – рассмотреть изменение структуры водного баланса в полосе фильтрационного потока от объекта загрязнения 2-го технологического водоносного горизонта как геомиграционное условие экологической безопасности подземного захоронения ЖРО»

В связи с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. расчет основных ресурсных и балансовых характеристик подземного стока в выделенной полосе фильтрационного потока;
2. оценка остаточного коэффициента загрязнения в элементах полосы потока, различных по структуре водного баланса;
3. обоснование структурно-балансовых граничных условий для гидрогеомиграционных моделей при прогнозировании экологической безопасности подземного захоронения ЖРО.

Водный баланс – это количественное выражение элементов прихода и расхода воды на рассматриваемой площади и их алгебраическое уравнивание или алгебраическое равенство приходных и расходных его частей на выделенной площади (Лебедев, 1976).

Применительно к нашим задачам **приходная часть** баланса выделенной полосы фильтрационного потока в рассматриваемом в/н горизонте определяется притоком воды из области, которая находится выше по потоку, и перетоком (т. е. поступлением в горизонт) воды через водоупоры из выше или ниже залегающих в/н горизонтов. **Расходная же часть** баланса состоит из количества воды полосы, перетекающей так же в выше или ниже расположенные горизонты.

Так как полоса фильтрационного потока выделена по ограничивающим линиям тока, то на основе гидродинамического постулата принимается, что в вертикальных сечениях, ограничивающих с боков полосу фильтрационного потока, водообмен отсутствует.

Таким образом, под структурой водного баланса выделенной полосы фильтрационного потока будет пониматься разделение ее на участки – элементы – двух типов.

Участки с преобладанием приходной части (положительный баланс); и противоположные им участки с преобладанием расходной части (отрицательный водный баланс).

Экологические следствия изменений в структуре водного баланса состоят в следующем: на участках с положительным водным балансом будет происходить уменьшение концентрации загрязняющих веществ в фильтрационном потоке вследствие разбавления его «чистыми» подземными водами из других горизонтов. На участках с отрицательным водным балансом вместе с уменьшением объема воды будет уменьшаться и объем (вес) загрязняющих веществ в потоке. Кроме того, здесь активно начнут воздействовать геомиграционные барьеры разделяющих водоупоров (их низкие фильтрационные свойства). Следовательно, в геомиграционные модели, используемые при экологическом прогнозировании, необходимо включить структуру водного баланса как одного из исходных граничных условий (Лукин, 1976).

В данной работе рассматривается фильтрационный поток, состоящий из 5 лент тока с 99 по 83 гидроизопьезы. По карте гидроизопьез в ручную были произведены измерения ширины  $\Delta B_i$  и длины  $\Delta L_i$  единичного отсека по каждой ленте тока. На основании этих измерений были произведены следующие расчеты:

1.  $K_s = \Delta B_i / \Delta L_i$  – коэффициент формы сетки;
2.  $Q_i$ , м<sup>3</sup>/сут – расход фильтрационного потока;
3.  $M_i$ , л/с·км<sup>2</sup> – модуль подземного стока;
4.  $S_i = \Delta B_i \cdot \Delta L_i$  – м<sup>2</sup> площадь отсека;
5.  $w_i = Q_i / S_i$ , м<sup>3</sup>/сут – удельный расход;
6.  $Q_i / \Delta B_i$ , м<sup>2</sup>/сут – расход на единицу ширины потока;

7.  $Y$ , мм – слой стока.

На основании произведенных расчетов были построены следующие зависимости по каждой ленте тока:

1.  $f = Qi(L)$ .
2.  $f = Qi/\Delta Bi(L)$ .
3.  $f = Mi(L)$ .

Границы изменения расходов по всем лентам тока совпадают, так как и значения максимумов и минимумов. Это наглядно представлено в графиках на рис. 1, которые полностью подтверждают тот факт, что на всем протяжении фильтрационного потока происходит изменение структуры водного баланса, то есть пополнение фильтрационного потока или его уменьшение. А это непосредственно влияет на концентрационную характеристику данного потока, так как первоначальный расход с заданной концентрацией ЖРО или разбавляется, или уменьшается с учетом пропорционального уменьшения концентрации ЖРО. Следовательно, можно говорить о том, что изменение структуры водного баланса в полосе фильтрационного потока от объекта загрязнения 2-го технологического водоносного горизонта является геомиграционным условием экологической безопасности подземного захоронения ЖРО.

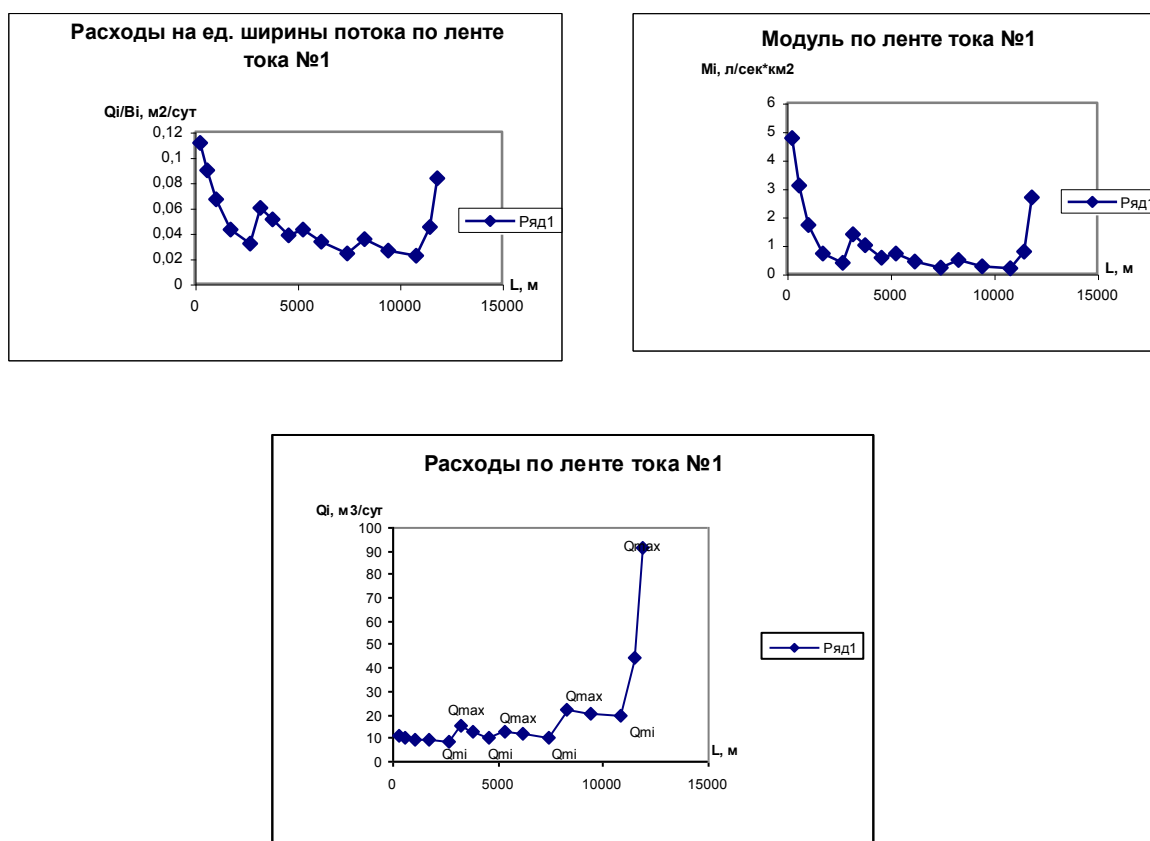


Рис. 1. Гидрогеологические характеристики фильтрационного потока по ленте тока

#### Литература

1. Лебедев А. В. Методы изучения баланса грунтовых вод. – М.: Недра, 1976. – 223 с.
2. Шварцев С. В. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996. – 423 с.
3. Водозаборы подземных вод, гидрогеологические изыскания и проектирование / Под ред. С. К. Абрамова, Н. Н. Биндермана, Н. П. Семенова. – М.: Недра, 1947. – 228 с.
4. Лукин А. А. Разработка методики морфоструктурно-гидрогеологического анализа для решения задач гидрогеологических прогнозов: Автореферат. Диссертация на соискание ученой степени геолого-минералогических наук. – Томск, 1976. – 223 с.

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Е.В. Нариманянц

Ростовский государственный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В конце 60-х годов прошлого века наряду с традиционными вопросами инженерная геология все большее внимание стала уделять проблеме рационального использования и охраны геологической среды. Так, в 1979 году академик Е.М. Сергеев отметил возникшую необходимость в развитии нового направления в геологии, изучающего поверхностную часть литосферы как среду жизни и деятельности человека, которая находится под воздействием человека и сама определяет характер этого воздействия. Главным объектом исследования этого направления является геологическая среда, под которой «мы понимаем любые горные породы и почвы, слагающие верхнюю часть литосферы, которые рассматриваются как многокомпонентные системы, находящиеся под воздействием инженерно-

хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов и возникновение новых антропогенных процессов, что, в свою очередь, вызывает изменение инженерно-геологических условий определенной территории» (Дудлер, 2000). По мнению Е.М. Сергеева «при изучении геологической среды на первый план надо ставить соотношение компонентов, составляющих литосферу (твердую, жидкую, газообразную, живую) и изучение каждого из этих компонентов», а потом уже геологические процессы, возникающие «не только под влиянием природных факторов, но и при воздействии человека».

Таким образом, была выдвинута идея о том, что инженерная геология становится наукой о геологической среде, а её рациональное использование и охрана в связи с возможностью возникновения вредных для человека геологических процессов – одним из направлений в инженерной геологии.

При этом, если в 80-х годах все еще ставился вопрос об «охране геологической среды», что определяло в инженерной геологии природоохранную проблематику, то позже, в 90-х годах возникает представление о новом направлении в инженерной геологии, ориентированном на решение именно эколого-геологических проблем, которое Г.А. Голодковской и Ю.Б. Елисеевым было названо инженерной геоэкологией. Её основной задачей является «системное изучение взаимодействия геологической среды с внешними, как природными, так и искусственными средами». Геологическая среда рассматривается как открытая система, постоянно взаимодействующая (массо- и энергообмен) с внешними по отношению к ней средами, в первую очередь с биосферой и техносферой. К изучению экологических последствий техногенного воздействия или природных источников учёные предложили подходить с позиции эколого-геологической системы как части экологической системы, которая выполняет функции жизнеобеспечения человека и биоты на базе геологического компонента природной среды (Голодковская и др., 1996; Куринов, 2000).

В инженерной геологии геологическая среда рассматривается как часть литосферы, взаимодействующая (сейчас или потенциально в будущем) с различными инженерно-хозяйственными объектами или инженерными сооружениями, созданными человеком. Фундаментальные свойства геологической среды, их содержание были исследованы Г.К. Бондариком. Методологические аспекты ее понимания отражены в работах Г.А. Голодковской, В.М. Гольдберга, С.Д. Ершова, В.А. Королева, В.И. Осипова, В.Т. Трофимова и др.

Многие исследователи в понятие «геологическая среда» включают не только породы, но также почвы, поверхностные воды и биоту (Дудлер, 2000; Королев, 1995; Теоретические..., 1985). В.А. Королев также придерживается мнения, что в геологическую среду входят почвы и верхние горизонты горных пород, рассматриваемых как многокомпонентные системы, особо подчеркивая, что границы геологической среды изменяются по мере развития техногенных процессов (Королев, 1995). Немаловажным аспектом изучения геологической среды И.В. Дудлер считает расширение представлений о ее компонентном составе и отмечает необходимость учитывать наряду с традиционными компонентами геологической среды – горными породами, подземными водами, газами и биотой, также почвы, техногенные грунты и инженерные сооружения различных конструкций (Дудлер, 2000). Это крайне важно для объективного подхода к изучению, оценке и прогнозированию изменений геологической среды при создании и функционировании рассматриваемых природно-технических систем.

Такие представления о геологической среде согласуются с представлениями академика В.И. Осипова, который в 1993 году предложил назвать новое направление в геологии «геоэкологией». По его определению, «геоэкология – это наука, изучающая геоферные оболочки Земли как компоненты окружающей среды и минеральную основу биосферы и происходящие в них изменения под влиянием природных и техногенных факторов» (Осипов, 1993; Осипов, 1996). Но ещё ранее возникло словосочетание «экологическая геология», впервые предложенное Е.А. Козловским, А.И. Жамойдой, В.Б. Кушевым в 1984 году, и поддержанное позже Н.И. Плотниковым, А.А. Карцевым и И.И. Рогинцом, которые предложили понимать под ним «комплексную и очень сложную по содержанию науку, охватывающую геологические аспекты (гидрогеологические, инженерно-геологические, геохимические, геокриологические и др.) общей проблемы охраны биосферы и, прежде всего, человека от негативного влияния техногенеза».

Изначально многими исследователями «геоэкология» и «экологическая геология» воспринимались как синонимы. Однако В.Т. Трофимов и Д.Г. Зилинг различают термины «геоэкология» и «экологическая геология»: геоэкология – комплексная наука, включающая в себя «экологическую геологию» как составную часть, связанную только с литосферой, наряду с «экологической географией» и «экологическим почвоведением». Экологическая геология ими рассматривается как «новое направление в геологии, изучающее верхние горизонты литосферы как одну из абиотических компонент экосистем высокого уровня организации (Теория ..., 1997; Трофимов и др., 2000; Экологические ..., 2000). Экологическая геология исследует систему «литосфера – биота – человек», «техногенно изменённая литосфера – биота», либо «литосфера – инженерное сооружение – биота», то есть взаимодействие литосферы и живого (Трофимов, Зилинг, 2000). Система «литосфера – биота – человек» должна отражаться и графически с акцентом на свойства литосферы, определяющие состояние биоты и условия проживания человека. Методической основой данного направления должно стать учение об экологических функциях литосферы. Все многообразие функциональных зависимостей между природной и техногенно преобразованной литосферой и биотой как биологическим видом, так и общественной социальной структурой (человеческое сообщество) сводится к четырем экологическим функциям – ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической (Экологические ..., 2000).

В.Т. Трофимов и Д.Г. Зилинг отказались от употребления термина «геологическая среда» и придерживаются понятия «приповерхностная часть литосферы» или «верхние горизонты литосферы», исключив из него поверхностные воды и почвы (Теория ..., 1997; Трофимов и др., 2000).

Современные представления о геологической среде получили чёткое отображение в законах инженерной геологии и её научных направлений. При всех различиях в настоящее время в толковании понятий «геоэкология» и «экологическая геология» их, в рамках инженерной геологии, объединяет единство объекта исследований – геологическая (техноприродная) среда – и целей, которые заключаются в обеспечении благоприятных (экологически безопасных) условий инженерно-хозяйственной деятельности в литосферной среде.

Исходя из вышеизложенного, при рассмотрении системы «литосфера – техносфера – биота и человек» термин «геологическая среда» следует сохранить, понимая под ним часть литосферы, входящую в окружающую среду, – среду, преобразованную человеком, и, в этом смысле, являющуюся средой его жизни и деятельности. Однако почвы, входя в состав литосферы, с экологической точки зрения, функционально относятся к биогеосфере, являющейся основой

биосферы, которую В.И. Вернадский назвал «плёнкой жизни» на Земле. Поэтому автору представляется, что при решении определённых геоэкологических задач, например, эколого-геохимических (Экологические функции литосферы, 2000), можно рассматривать систему «приповерхностная часть литосферы + почва – биота – человек».

#### Литература

1. Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. – М.: Недра, 1989. – 220 с.
2. Голодковская Г.А., Куринов М.Б. Эколого-геологические исследования: концепция и методология // Инженерная геология сегодня и завтра: Труды Международной научной конференции 5-7 февраля 1996 г. – М.: Изд. МГУ, 1996. – С. 121 – 128.
3. Дудлер И.В. Учение Е.М. Сергеева о геологической среде и некоторые аспекты его современного развития // Сергеевские чтения: Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М., 2000 – Вып. 2. – С. 268 – 273.
4. Королёв В.А. Мониторинг геологической среды. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.
5. Куринов М.Б. Теоретическое наследие Е.М. Сергеева и экологическая геология // Сергеевские чтения. Материалы годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М., 2000. – Вып. 2. – С. 278 – 282.
6. Осипов В.И. Геоэкология – междисциплинарная наука о экологических проблемах геосфер // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – М.: Наука, 1993. – № 1. – С. 4 – 17.
7. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты // Инженерная геология сегодня и завтра: Труды Международной научной конференции 5-7 февраля 1996 г. – М., 1996. – С. 118 – 120.
8. Плотников Н.И., Карцев А.А., Рогинец И.И. Научно-методические основы экологической гидрогеологии. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 60 с.
9. Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / Под ред. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1985. – 259 с.
10. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова. – М., 1997. – 368 с.
11. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Теоретико-методологические основы экологической геологии. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2000. – 68 с.
12. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология в программе «Университеты России» // Геоэкология. – М., 1994. – № 4. – С. 33 – 45.
13. Экологические функции литосферы / Под ред. В.Т. Трофимова, Д.Г. Зилинга, Т.А. Барабошкиной и др. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 432 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРБАСИСТЕМ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ПРОСАДОЧНЫХ ЭОЛОВЫХ ЛЕССАХ (на примере г. Волгодонска Ростовской области)**

**Е.В. Нариманянц**

***Ростовский государственный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия***

Город Волгодонск Ростовской области расположен на побережье Цимлянского водохранилища. В геоморфологическом отношении это – древнечетвертичная iv надпойменная терраса р. Дон, морфологически постепенно переходящая в доно-сальский водораздел. Терраса сплошь покрыта лессовыми породами, которые принимают вид водораздельного лессового покрова лишь на одном участке (не более 5% площади города). В юго-западной части территории этот покров отсутствует или маломощен, а на поверхность выходят апшеронские скифские глины. Они подстилают лессовые породы на доно-сальском водоразделе, завершая разрез плиоценовых отложений, и к ним прислоняется аллювий IV надпойменной террасы р. Дон, который подстилает лессовую толщу террасы и представлен тонкозернистыми глинистыми песками с прослоями суглинков и глин.

На большей части территории города мощность лёссовой толщи достигает 30 – 40 м, а глубина просадочной зоны – 25 – 30 м. Суммарная величина просадки от собственного веса грунтов постепенно увеличивается от балок Сухо-Соленая, Мокро-Соленая и Цимлянского водохранилища к центру города, где достигает максимальной величины (63,3 см). В пределах города наблюдается только II-й тип грунтовых условий по просадочности.

Хорошо известно, что уровень грунтовых вод в г. Волгодонске начал интенсивно подниматься еще в период нового строительства (70-е годы XX века) и продолжает подниматься и в настоящее время там, где он не достиг критического значения. Поэтому инженерно-геологические условия изменяются весьма динамично, в том числе и величина просадки. В связи с этим необходимо разработать критерии, по которым можно было бы отслеживать потенциально возможную просадку на уже застроенных территориях, то есть фактически речь идет об устойчивости лессовой геологической среды по просадочности на таких территориях.

Оценка устойчивости геологической среды по потенциальной просадочности в этих условиях – задача эколого-геологическая. Для прогнозной оценки просадочности лёссовых грунтов в условиях изменения их влажности после строительства выбраны степень влажности ( $S_r$ ) и показатель «П», рекомендованный ныне отменённым СНиП П-15-74 для предварительной оценки просадочности грунтов. Использование показателя «П» опирается на представления о

коэффициенте устойчивости, предложенном С.И. Пахомовым и А.М. Монюшко (Пахомов и др., 1988). В результате был разработан показатель  $K_y^II$ , который использовался с учетом степени влажности ( $S_r$ ) для ранжирования лёссовой толщи территории по степени потенциальной устойчивости геологической среды по просадочности (Коробкин и др., 2002; Нариманянц и др., 2004).

На основе схемы зонирования новой части г. Волгодонска по величине индекса просадочности составлена схема зонирования территории города по потенциальной устойчивости геологической среды, по просадочности при эксплуатации зданий и сооружений. Выделенные зоны имеют четко выраженную пространственную ориентацию и сложены лёссовыми грунтами с различной потенциальной просадочностью, обусловленной особенностями геологического строения, геоморфологических и гидрогеологических условий территории.

В 80-е годы XX века в г. Волгодонске был хорошо организован комплексный гидрогеологический и инженерно-геологический мониторинг. Опираясь на его результаты (с 1978 по 1990 гг.), ниже приводится характеристика выделенных зон по прямым показателям воздействия инженерно-геологических условий на сооружения селитебной части города, чтобы убедиться в достоверности нашего подхода к оценке эколого-геологических условий через косвенные показатели ( $K_y^II$  и  $S_r$ ).

При строительстве в г. Волгодонске использовались четыре типа фундаментов: ленточный (железобетонный монолит), буронабивные сваи, сваи забивные и значительно реже – железобетонная плита. Наиболее чувствительными к осадкам, и, прежде всего, к их неравномерности, являются ленточные фундаменты, поэтому для сравнительной оценки изменчивости эколого-геологической обстановки различных участков были выбраны данные наблюдений за осадкой именно этих фундаментов.

*Зона низкоустойчивой геологической среды по потенциальной просадочности* – зона экстремального проявления просадочности и степени её неравномерности. Около 33% территории зоны занимают просадочные грунты с величиной просадки от собственного веса до 50,0 см и мощностью просадочной толщи > 20,0 м. Отличительной чертой микрорайона В-4 является наличие грунтов с величиной просадки более 50,0 см, что способствует существенной неравномерности проявления просадочности. В свою очередь это приводит к тому, что на сравнительно небольшой территории микрорайона сосредоточено пять просадочных блюдец.

Средняя осадка ленточных фундаментов колеблется от 54 до 203 мм. В первые 1–2 года происходит снижение осадки ленточных фундаментов, как правило, в 2 раза, а затем во многих случаях она снова увеличивается вследствие повышения угв, связанного с потерей воды из коммуникаций, на что указывает значительный рост температур на величину от 2 до 4 °С и повышение сульфатной агрессивности грунтовых вод, наблюдаемое в данном микрорайоне.

*Зона среднеустойчивой геологической среды по потенциальной просадочности* занимает самую обширную площадь. На территории распространения добровольского останца неогеновых пород (микрорайоны В-2, В-18, В-19) просадочные свойства грунтов проявляются слабо, поскольку здесь доминируют грунты с величиной просадки < 5,0 см и мощностью просадочной толщи < 10,0 м. Далее, у границ добровольского останца (микрорайоны В-1, В-3), на расстоянии 50,0 – 100,0 м мощность просадочной толщи изменяется от 2,0 – 3,0 до 18,0 – 20,0 м при просадке от собственного веса от 0 до 30,0 – 40,0 см. Грунты, обладающие величиной просадки от собственного веса 10,0 – 20,0 см и мощностью просадочной толщи 10,0 – 15,0 м, занимают восточную часть зоны (микрорайоны ВЦ-1, ВЦ-2, В-7, В-8, В-9, В-16). Здесь просадочность грунтов проявляется относительно равномерно, несмотря на присутствие девяти просадочных блюдец. Срединная часть г. Волгодонска (микрорайоны В-5, В-6, квартал Б, районный парк) – переходная между зонами с различной степенью устойчивости геологической среды по просадочности – характеризуется ярким проявлением просадочности и высокой степенью её неравномерности. Здесь доминируют грунты с величиной просадки от собственного веса 20,0 – 30,0 см и мощностью просадочной толщи 15,0 – 20,0 м, но имеются грунты с более высокими просадочными характеристиками. К тому же, зафиксированы шестнадцать просадочных блюдец.

Средняя осадка ленточных фундаментов здесь варьирует в широких пределах: от 7 – 66 мм до 2 – 11 мм вследствие замачивания оснований фундаментов в результате подъема угв.

В *зоне высокоустойчивой геологической среды по потенциальной просадочности* преобладают грунты I типа с величиной просадки от собственного веса < 5,0 см и мощностью просадочной толщи от 10,0 до 15,0 м (около 58% территории зоны). Просадочные свойства грунтов проявляются слабо, их плавное нарастание наблюдается по мере удаления от добровольского останца и берегов залива. При этом наиболее просадочные по своим свойствам грунты с величиной просадки от собственного веса 20,0 – 30,0 см и мощностью просадочной толщи 15,0 – 20,0 м расположены в юго-западной части микрорайона В-10. Около 30% территории зоны занимают грунты, обладающие величиной просадки от собственного веса от 5,0 до 10,0 см и мощностью просадочной толщи 5,0 – 10,0 м.

Средняя осадка ленточных фундаментов незначительна – 0 – 1,5 мм.

Фундаменты на буронабивных сваях по характеру изменения во времени величин осадок разбились на те же группы, что и ленточные. Однако величины осадок при этом значительно меньше. В пределах надпойменной террасы в первый год эксплуатации зданий они иногда достигают 10 мм, а через 5 – 6 лет приближаются к нулю. Здания, построенные на склоне террасы, сразу после сдачи в эксплуатацию испытывают осадки, не превышающие 4 мм, а через 1 – 2 года эта величина уменьшается до нуля.

Фундаменты на забивных сваях испытывают осадки, аналогичные зданиям на буронабивных сваях. Сразу после начала эксплуатации осадки зданий составляют 4 – 5 мм, а через 1 – 2 года приближаются к нулю.

Применение железобетонной плиты (микрорайон В-5) позволило уменьшить просадку фундамента до 2 мм. Отмечено также постепенное снижение просадки фундамента с 28 до 11 мм в течение 7 лет.

Таким образом, установлена взаимосвязь осадок различных типов фундаментов с ранжированием степени устойчивости геологической среды лёссовой толщи территории г. Волгодонска, проведенной по инженерно-геологическим показателям. Это позволяет рекомендовать применение тех или иных фундаментов при новом строительстве на застроенной территории по данным предварительной оценки ее эколого-геологических условий.

Проведенный анализ свидетельствует, что в пределах склона и собственно IV надпойменной террасы хорошие результаты дает строительство только на буронабивных и забивных сваях. Строительство на ленточных фундаментах возможно при условии технической мелиорации грунтов основания.

Искусственное воздействие на геологическую среду до строительства ленточных фундаментов, которое выражалось в уплотнении лёссовых пород трамбованием, не приносит положительных результатов. В допостроечный

период хорошие результаты дает устройство геотехногенных массивов. Эффективным для приостановки осадки является использование в послепостроечный период силикатизации (Гидроспецстрой РСФСР, 1982 – 1983 гг.), которая в пределах склона позволяет полностью прекратить осадку, а на собственно надпойменной террасе существенно снизить ее.

Однако, по мнению некоторых исследователей, опыт строительства в г. Волгодонске и результаты дальнейшей эксплуатации зданий показал, что единственным методом фундаментостроения, обеспечивающим эксплуатационную надежность зданий и сооружений вот уже в течение 20 лет, является применение свайных фундаментов из забивных свай с полной прорезкой просадочных грунтов (Микашинович, 2004). При этом здания, построенные на таких фундаментах, по данным инструментальных наблюдений за осадками, имеют величины осадок, измеряемые миллиметрами, даже на тех территориях, где за время эксплуатации лессовые просадочные массивы практически стали обводненными. Такие осадки не вызывают практического воздействия на эксплуатационную надежность зданий и сооружений.

#### Литература

1. Коробкин В.И., Нариманянц Е.В., Хансиварова Н.М. К вопросу об оценке устойчивости компонентов лёссовой геологической среды к техногенным воздействиям // Сергеевские чтения: Материалы годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. – М., 2002. – В. 4. – С. 34 – 38.
2. Микашинович Р.Р. Профилактика деформаций зданий и сооружений на массивах просадочных лессовых грунтов// Инженерная геология массивов лёссовых пород: Материалы международной научной конференции 25-26 мая 2004 г. – М.: Изд. МГУ, 2004. – С. 117 – 118.
3. Нариманянц Е.В., Коробкин В.И. Региональная оценка устойчивости лёссовой геологической среды по просадочности в пределах урбанизированных территорий // Инженерная геология массивов лёссовых пород: Материалы международной научной конференции 25-26 мая 2004. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – С. 16 – 17.
4. Пахомов С.И., Монюшко А.М. Инженерно-геологические аспекты техногенного изменения свойств глин. – М.: Наука, 1988. – 120 с.

### **МОЩНОСТЬ ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА НА ТЕРРИТОРИИ ЕРУНАКОВСКОГО РАЙОНА**

**М.П. Огнетова**

**Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В настоящее время Кузнецкий угольный бассейн рассматривается как крупнейшая сырьевая база для добычи метана из угольных пластов. Приоритетными в этом районе для опытно-промышленных работ выбраны Талдинская и Нарыкско-Осташкинская площади. В связи с тем, что гидрогеологические условия угольных пород определяют степень их дегазации, поскольку миграция газов в угленосной толще осуществляется в значительной мере с помощью подземных вод, важное значение приобретает вопрос о выделении зоны активного водообмена данного района.

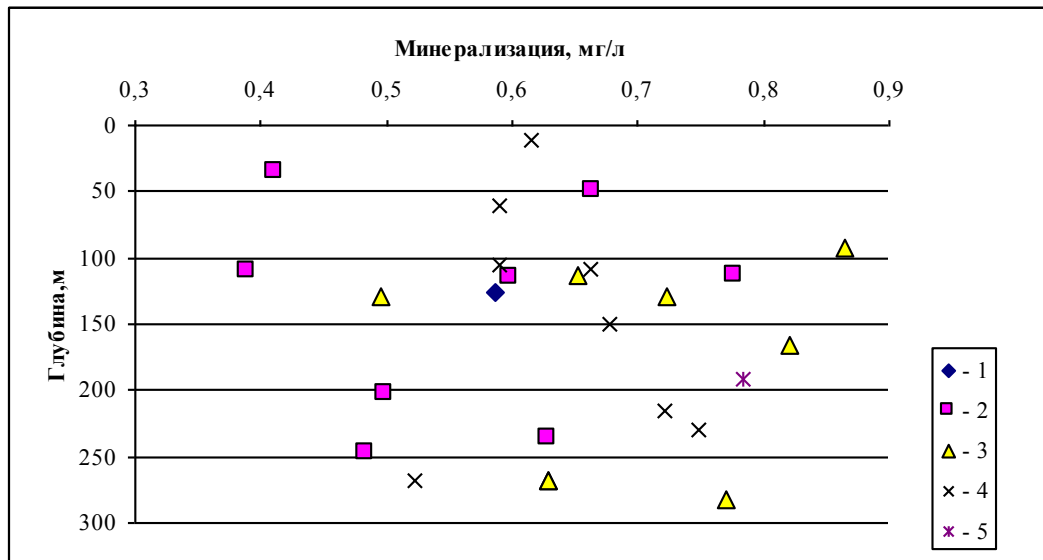
Дадим краткую характеристику району исследований. Ерунаковский угленосный район входит в южную часть Кузнецкого бассейна, характеризующуюся всхолмленным рельефом, и относится в основном к лесостепной ландшафтной зоне. Количество атмосферных осадков составляет здесь 400 – 500 при испарении 200 – 230 мм/год. Доля поверхностного стока 40 – 45% осадков, подземного 12 – 15%, испарение 40 – 45% (Гидрогеология СССР, 1972). Питание подземных вод происходит в основном осенью, когда идут затяжные дожди и снижается испарение. При понижении мощности рыхлых отложений это ведет к усилению инфильтрационного питания подземных вод.

В геологическом отношении подавляющая часть разреза сложена в основном угленосно-терригенными отложениями кольчугинской серии (P<sub>1</sub>–P<sub>2</sub>), представленной песчаниками, алевролитами и аргиллитами с включением до 50 угольных пластов. Эта серия делится на ерунаковскую (мощность 1,2 – 1,6 км) и ильинскую (мощность 0,8 – 1,2 км) подсерии (Гидрогеология СССР).

Движение подземных вод происходит от участков с повышенными отметками рельефа к долинам рек, являющихся областями разгрузки. В целом уровень подземных вод в общих чертах повторяет рельеф местности.

В исследуемом районе в соответствии с гидродинамической зональностью выделяются две гидрогеохимические зоны: пресных и солоноватых вод. Зона пресных вод распространяется до глубины ориентировочно 300 м, хотя эта граница условна, т.к. на отдельных участках она поднимается до 100 м, на других опускается до 500 – 700 м, что обусловлено интенсивностью водообмена и проницаемостью отложений. Наибольшая мощность этой зоны связана с участками наибольшего развития экзогенной трещиноватости, а так же зависит от его структурных особенностей.

Развитые в верхней зоне подземные воды являются преимущественно собственно пресными с общей минерализацией от 0,4 до 1,0 г/л и рН от 7 до 8, чаще 7,4 – 7,8. По химическому составу они преимущественно являются гидрокарбонатными кальциевыми, кальциево-натриевыми и натриево-кальциевыми. С глубиной соленость воды, хотя и хаотично, но возрастает. Ионно-солевой состав вод представлен на рисунке. Газовый состав вод этой зоны характеризуется наличием газов воздушного происхождения, т.е. N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>.



**Рис. Изменение ионно-солевого состава подземных вод с глубиной в зоне активного водообмена.**  
**Типы вод по химическому составу:**  
**1 –  $\text{HCO}_3 - \text{Na}$ ; 2 –  $\text{HCO}_3 - \text{Ca}$ ; 3 –  $\text{HCO}_3 - \text{Ca-Na}$ ; 4 –  $\text{HCO}_3 - \text{Na-Ca}$ ; 5 –  $\text{HCO}_3^- \text{Mg} - \text{Na-Ca}$**

гидрогеохимических данных на этом этапе исследований мы принимаем, что мощности зоны газового выветривания теоретически совпадает с зоной активного водообмена (Газоносность..., 1979).

Зона газового выветривания в пределах Ерунаковского района охарактеризована Новиковым Д.А. по скважинам, пробуренным в пределах района.

Угленосные отложения Ерунаковского района в целом характеризуются значительным колебанием мощности зоны газового выветривания угольных пластов. В пределах изученных площадей она изменяется от 31 до 435 м. Основными факторами, влияющими на изменение мощности зоны газового выветривания, являются активность водообмена, степень трещиноватости, рельеф местности, мощность мезозойских отложений и марочный состав углей. В пониженных участках рельефа местности мощность зоны газового выветривания минимальная, а на водоразделах она достигает максимальных величин. Максимальные значения мощности зоны газового выветривания угольных пластов отмечаются в пределах центральной части Талдинской брахисинклинали (более 360 м), южной части Жерновской антиклинали и в пределах Новоказанской площади. Минимальная мощность зоны газового выветривания (от 30 – 40 до 120 – 180 м) в пределах северной и центральной частей Жерновской антиклинали.

Зона интенсивного водообмена на территории Ерунаковского района занимает верхнюю часть разреза, сложенную рыхлыми мезо-кайнозойскими (преимущественно четвертичными) отложениями и породами с интенсивной трещиноватостью коренных пород кольчугинской серии. Мощность зоны пресных вод на некоторых участках района больше мощности зоны активного водообмена.

Зона в общих чертах совпадает с зоной газового выветривания, отличается более высокой проницаемостью отложений, а значит и водопроводимостью, что обеспечивает прохождение большей части подземного стока через эту зону.

Активный водообмен в пределах зоны обеспечивает формирование пресных вод за счет инконгруэнтного растворения вмещающих алюмосиликатов по механизму гидролиза. Поэтому формирующиеся здесь воды являются в основном гидрокарбонатными кальциево-натриевыми, минерализация которых полностью определяется характером водообмена: на участках активного водообмена она ниже, на участках, где развиты плохо проницаемые отложения – она выше.

#### Литература

1. Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. Угольные бассейны Сибири, Казахстана и Дальнего Востока / Под ред. А.И. Кравцова. – М.: Недра, 1979. – Т. 2. – 455 с.
2. Гидрогеология СССР. Кемеровская область и Алтайский край. – М.: Недра, 1972. –Т. 17. – 399 с.

## ОСНОВАТЕЛЬ КАФЕДРЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРОФЕССОР М.И. КУЧИН Н.С. Сайгаш

Научный руководитель доцент Л.А. Строкова  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

8 ноября 1887 г. в г. Кургане Курганской области (ранее Тобольская губерния) родился Михаил Иванович Кучин.

Свое начальное образование Кучин получил в сельской школе в Змеиногорске, среднее в Барнаульском реальном училище имени императора Николая 2, где обучался с 1889 по 1907 гг. После окончания училища поступил в

ТТИ, где во время летних каникул работал коллектором в районе г. Павлодара на гидрологических изысканиях для водоснабжения переселенческих участков. Состоял в Барнаульской и Томской объединенной организации РСДРП меньшевиков (1906 – 1909 гг.) и подвергался аресту. В 1909 г. поступал рабочим в Тайшетский участок по переустройству горных участков Сибирской магистрали. Позже он был назначен десятником работ по водоснабжению ст. Тайшет по производству разведочного бурения на участках с вечной мерзлотой и выяснению причин оползания насыпи на р. Маховой. С мая 1911 по октябрь 1915 г. работал участковым гидротехником в Енисейском Переселенческом управлении, занимаясь изысканиями источников вод и построением небольших плотин. Уволился для продолжения образования. В 1915 г. вторично поступил в ТТИ, но в апреле следующего года выбыл вследствие мобилизации. Службу проходил в инженерно-строительной дружине на Кавказском и Турецком фронтах. Вследствие заболевания тропической малярией был госпитализирован. После выздоровления в декабре 1916 г. был переведен рядовым в саперный батальон, расквартированный в Петрограде, а в январе 1917 г. направлен на учебу в школу прапорщиков инженерных войск, по окончании которой был отправлен в апреле этого же года на Румынский фронт в 11 инженерный полк 8 корпуса. После демобилизации в 1918 г. приехал в Томск, где находилась его семья: жена: Елизавета Михайловна, урожденная Хрущева, выпускница медицинского факультета Томского университета, дочь: Нина р. 1920 г., но продолжать обучение не смог т.к. в это время правительством Колчака А.В. проводилась мобилизация офицеров. С целью отклониться от мобилизации выехал в г. Омск, где занимался организацией больничных касс. В апреле 1920 г. был направлен в ТТИ согласно декрету об откомандировании студентов (горняков). Горный факультет по геологоразведочной специальности окончил 13 августа 1924 г., защитив дипломный проект на тему: "Гидрогеологические исследования в южной части Акмолинской области". После этого был оставлен в октябре 1924 г. научным сотрудником (аспирантом) кафедры геологии, возглавляемой профессором М.А.Усовым. Являясь научным руководителем М.И. Кучина и сознавая важность подготовки специалистов - гидрогеологов для предстоящего бурного промышленного строительства в стране М. А. Усов решил специализировать его в этой области. После основательной теоретической подготовки летом 1925 г. Михаилу Ивановичу была предоставлена командировка сроком на 1 год для ознакомления с состоянием развития этой отрасли знания, начавшей только что оформляться. Он посетил научно-исследовательские институты Москвы, Ленинграда, Ростова-на-Дону и Пятигорска. Попутно М.И. Кучин ознакомился с ходом гидрогеологических работ на Волховстрое, Кавказских минеральных водах и в Муганской степи в Азербайджане. Начиная с весеннего семестра 1925 г. выполнял педагогическую работу сначала в качестве ассистента по проведению практических занятий со студентами инженерно-строительного факультета, а с весеннего семестра 1927 г. по самостоятельному чтению специального цикла по гидрогеологии для геологоразведочной специальности, с 1928 г. для гидрогеологической специальности (Запороженко, 1928).

Весной 1928 г. он ознакомился с постановкой преподавания по специальности "гидрогеология" в Московской горной академии. По окончании аспирантуры с начала учебного года (1929) был по рекомендации М.А. Усова избран доцентом по гидрогеологии. Постановлением ГУСа от 4 апреля 1930 г. был утвержден в должности доцента по кафедре гидрогеологии и инженерной геологии. С ноября 1931 г. и. о. профессора зав. кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии, с октября 1931 г. заведующий геологической специальностью в СибГРИ, затем Горном институте. После слияния отраслевых институтов в составе ТТИ до 16 марта 1938 г. – зав. кафедрой гидрогеологии и инженерной геологии. Из-за отсутствия в то время в Сибири квалифицированных специалистов по гидрогеологии и инженерной геологии ему пришлось читать все дисциплины по гидрогеологической специальности: гидрогеологию, инженерную геологию и грунтоведение, специальные методы гидрогеологических исследований, подземные воды и др. По совместительству в 20 – 30-х гг. преподавал в Томском геологоразведочном техникуме. С 1930 г. по 1937 г. - читал курсы гидрогеологии и гидрологии для студентов Томского университета, куда он перешел на постоянную работу (Развитие..., 1980). 25 апреля 1939 г. зачислен в Томский государственный университет и.о. профессора кафедры грунтоведения и гидрогеологии. Постановлением Высшей Аттестационной Комиссии 30 августа 1941 г. утвержден в ученой степени доктора геолого-минералогических наук и ученом звании профессора по кафедре грунтоведения и гидрогеологии. С 20 апреля 1949 г. по 17 апреля 1954 г. Кучин Михаил Иванович содержался в лагере VII-8 Красноярского края. 31 марта 1954 г. Военной коллегией Верховного Суда СССР его дело было пересмотрено и прекращено за недоказанностью обвинения. С 5 мая 1954 г. восстановлен в должности профессора Томского государственного университета. 10 мая того же года в связи с ликвидацией кафедры грунтоведения и гидрогеологии переходит на работу в ТИСИ профессором по кафедре механики грунтов факультета гидротехнического строительства. С 1 февраля 1955 г. и до конца жизни работал зав. кафедрой инженерной геологии, оснований и фундаментов ТИСИ. В эти годы им была создана первая в вузах Сибири проблемная лаборатория по инженерной геологии и основанию фундаментов, осуществлявшая инженерно-геологические исследования в районах с широким развитием лессовидных грунтов. М.И. Кучин обеспечивал преподавание цикла дисциплин гидрогеологии и инженерной геологии для трех факультетов ТИСИ.

В научной и научно-производственной деятельности М.И. Кучина можно выделить три основных направления:

1. Соляная геология. В 20 – 40-е гг. им интенсивно изучались соляные озера, а также накопление солей и образование пластовых отложений мирабилита и соды в озерах степной части Западно-Сибирской низменности. Михаил Иванович первым разработал оригинальную континентальную гипотезу происхождения природных солей и, отказавшись от преобладавшего до этого взгляда на морское происхождение солей на этой территории, выявил их крупнейшие местонахождения, разработал технологию освоения и довел ее до промышленного применения.

2. Гидрогеология. Им изучались подземные воды Западно-Сибирской низменности. Он составил кадастр подземных вод и гидрогеологические карты в масштабе 1:1000000 для большей части территории Западной Сибири. В результате этих работ были выявлены обширные артезианские бассейны (Барнаульский, Обь-Иртышский), радиоактивные термы Белокурихи и даны исходные данные для их освоения.

3. Инженерная геология. М.И. Кучин многие годы занимался изучением грунтов Западной Сибири для оценки условий строительства (промышленного, жилищного, железнодорожного, дорожного и гидротехнического). Он изучал проблемы устойчивости откосов выемок и насыпей на ж/д и укрепления оползневых участков, исследовал условия строительства на лессовидных суглинках Сибири.



М.И. Кучин принимал активное участие в общественной жизни. Будучи студентом, он избирался членом исполкома ГТИ (1920 – 1921 гг.), секретарем президиума и членом совета горного ф-та (1920 – 1922 гг.), секретарем учебного комитета института (1921 – 1922 гг.), председателем методической комиссии при профисполбюро (1923 – 1924 гг.) и т. д. Участвовал в работе всесоюзного и краевого съездов по реформе вузов. В 20 – 30-х гг. принимал участие в работе Общества сибирских инженеров, Общества изучения Томского края. Отличался исключительной работоспособностью, требовательностью к себе и подчиненным. Никогда не отказывал в помощи. Свою личную библиотеку перевез на кафедру для общего пользования. Умел организовать отдых сотрудников, хотя сам и не любил праздников. Решительность, резкий характер, с одной стороны, часто помогали М.И. Кучину отстаивать свою точку зрения, а с другой – нередко служил поводом для конфликтов в отношениях с коллегами, сотрудниками и студентами, о чем свидетельствует появившаяся в газете “За кадры” от 27.01.1938 г. статья “Самодур на кафедре”. Все это послужило причиной ухода Кучина из Политехнического института (70 лет..., 2001).

Несмотря на сложный характер, Михаил Иванович Кучин оставил заметный след в изучении Западной Сибири. Он подготовил целую плеяду гидрогеологов, инженеров-геологов и грунтоведов. При этом М.И. Кучин на протяжении многих лет оставался единственным профессором по гидрогеологии в Сибири.

#### Литература

1. Запороженко А. А. История организации геологической науки и службы в Западной Сибири // Томский технол. ин-т за 25 лет своего существования. 1900 – 1925. – Томск, 1928. – Ч. 2.
2. Развитие естественных наук в Томском ун-те / Под ред. А. А. Земцова, В. А. Иваниа, Б. Г. Иоганзена, М. П. Кортусова, В. В. Серебренникова. – Томск, 1980.
3. 70 лет кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Томского политехнического университета / Под ред. С.Л. Шварцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 240 с.

## СТЕПЕНЬ РАВНОВЕСИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ВОД САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ВОДОРАСВОРИМЫМИ МИНЕРАЛАМИ

### Н.С. Трифонов

Научный руководитель профессор М.Б. Букаты  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Самотлорское газоконденсатно-нефтяное месторождение – одно из крупнейших в Западной Сибири и в России находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, в 750 км к северо-востоку от г. Тюмени и в 15 км от г. Нижневартовска. Месторождение открыто в 1965 г. и после нескольких лет проведения разведочных работ, в 1969 г., было введено в разработку. В тектоническом плане Самотлорское месторождение расположено в центральной части Нижневартовского свода, в геологическом строении которого принимают участие породы доюрского фундамента, мезокайнозойских терригенных отложений, платформенного чехла (Геология нефти..., 1975; Геология и полезные..., 2000).

Как и на других месторождениях Западной Сибири процессы добычи нефти здесь часто сопровождаются отложением твёрдых осадков неорганических веществ, накопи-вающихся на стенках скважин и подъёмных труб, в насосном оборудовании и наземных коммуникациях системы сбора и подготовки нефти (Кашавцев и др., 1985). В составе осадков преобладают соли: сульфиды кальция (гипс и ангидрит), карбонаты кальция (кальцит), сульфаты бария (барит), встречаются хлориды натрия (галит или поваренная соль) и др. Накопление солей осложняет добычу нефти, приводит к порче дорогостоящего оборудования, трудоёмким ремонтным работам, а в итоге – к значительному недобору и потерям нефти.

Эффективность мер борьбы с солеотложением при добыче нефти зависит от комплексного подхода к решению данной проблемы. Первостепенное значение имеет умение заранее прогнозировать возможное появление солевых осадков в процессе эксплуатации. Это помогает правильно выбрать методы борьбы с отложением солей, т.е. контролировать и своевременно предотвращать этот процесс.

В качестве первого шага для решения данной проблемы в настоящей работе выполнено изучение совместимости вод Самотлорского месторождения, используемых для заводнения нефтяных пластов, с водами продуктивных отложений, для чего проведены компьютерные расчеты степени равновесия изученных промысловых вод с основными природными и техногенными минералами и солями. Расчеты осуществлялись с помощью программы – HydroGeo (HG2004) (Букаты, 2002).

По данным лабораторного анализа пластовые воды продуктивных горизонтов Самотлорского месторождения относятся к хлоридному натриевому (хлор-кальциевому по Сулину) типу с повышенным содержанием ионов кальция и относительно низким содержанием гидрокарбонат-ионов (табл.).

Таблица

Усредненный ионный состав пластовых вод, мг/л

Пласт	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Г	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sup>общ</sup>	NH <sub>4</sub>	Si
Б <sub>8</sub>	48,4	201	6,4	9160	6,7	882	25	4850	37,5	1,1	15,7	17,8
Б <sub>10</sub>	57,2	324	5,6	14365	9	1465	56	7188	62,3	4,16	28,4	17,6
А <sub>4-5</sub>	74,5	507	2,65	14513	13,1	795	191	5350	64	10,09	28,2	11,6
А <sub>2-3</sub>	35,2	180	4,5	7179	5,6	601	29	3475	24	0,66	10,5	10,9
А <sub>1-3</sub>	54,27	138	2,2	11904	9,1	1027	66	6967	39	6,15	17,5	9,4

A <sub>1</sub>	41,8	183	4,1	10630	14,4	785	72	6525	42	6,2	19,6	11,6
ДНС	69,48	278	4,28	9539	8,33	675	75,5	5100	42,6	9,04	20,1	11,6
КНС	72,8	298	4,9	8549	5,5	614	68,4	4464	38,6	6,1	15,3	13

В систему моделирования были включены базовые частицы раствора (независимые компоненты): Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, J, Cl<sup>-</sup>, (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> и SiO<sub>2</sub><sup>0</sup>, связанные с базовыми зависимые компоненты: CO<sub>2</sub><sup>0</sup> и минералы: CaCO<sub>3</sub> «а» – арагонит, CaCO<sub>3</sub> «к» – кальцит, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – доломит и CaSO<sub>4</sub> – ангидрит. Перечень последних учитывал имеющиеся на момент выполнения расчетов результаты анализа проб воды.

Моделирование осуществлялось в двух вариантах: во-первых, при стандартных условиях (22 °С и 0.1 МПа), приближенно отражающих условия хранения и анализа проб в лаборатории, и, во-вторых, для пластовых условий, в качестве которых для проб воды из добывающих скважин (далее – ДВ) принимались термодинамические условия пластов, из которых осуществляется их добыча, а для проб из дожимных (собираемые промышленные – СВ) и кустовых насосных станций (закачиваемые – ЗВ) условия пласта A<sub>1-2</sub>, куда они, наряду с другими пластами, закачиваются через СППД (системы поддержания пластового давления). Пробы вида ДВ отражают современный состав вод в продуктивных пластах, а также характеризуют воды путём смешения которых получают растворы вида ЗВ и СВ. Поэтому знать их состав необходимо для прогнозирования изменения последних. Во всех случаях для выполнения расчетов использовались результаты лабораторного анализа, за исключением pH, CO<sub>2</sub> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, принимавшихся по данным полевых определений.

В ходе моделирования проведены пересчеты исходных анализов для восстановления электронейтральности вод и их перевода к пластовым ТР-условиям, после чего выполнены расчёты параметра насыщенности растворов минералами, включёнными в систему моделирования. Результаты расчетов насыщенности вод при стандартных ТР-условиях показаны на рис. 1.

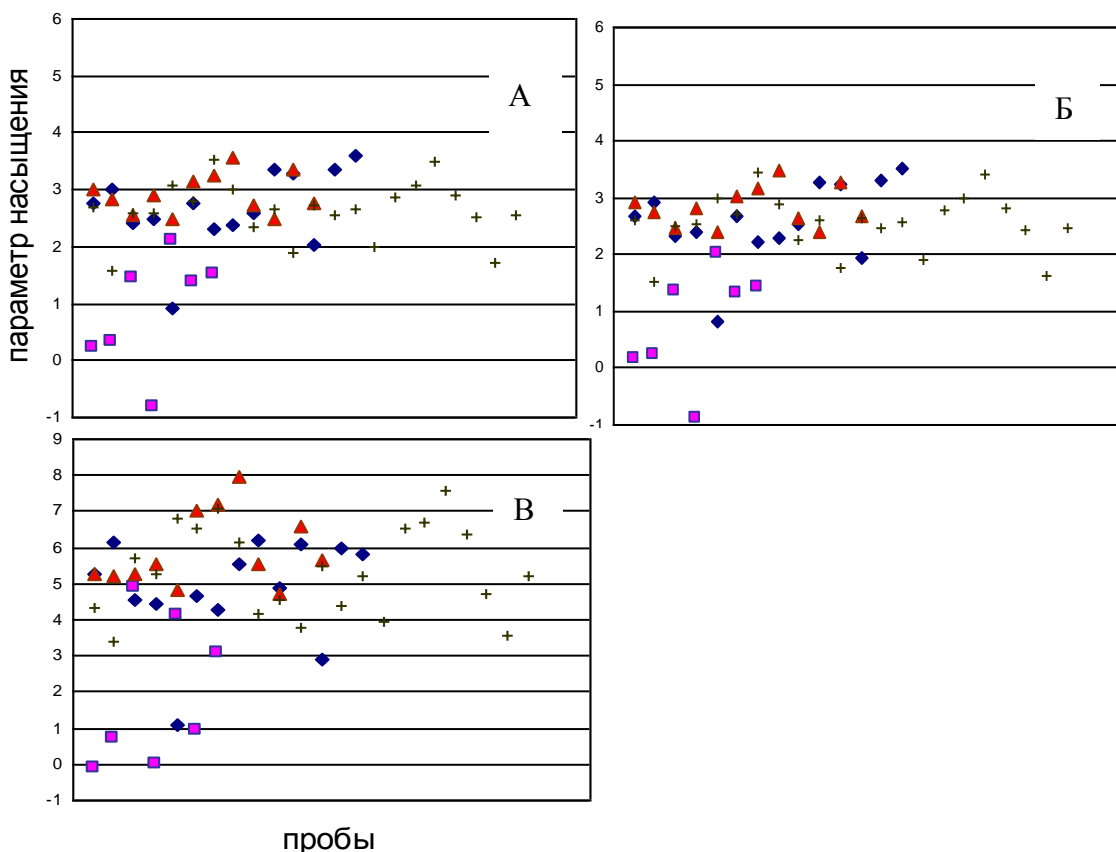


Рис. 1. Насыщенность вод относительно арагонита (А), кальцита (Б), доломита (В) (при 22 °С и 0.1 МПа)  
 ◆ вода ДВ      ■ пластовые воды      ▲ вода СВ      + вода ЗВ

Пробы вида ДВ на всех рисунках ранжированы по оси X (слева-направо) в порядке увеличения глубины залегания. Степень насыщенности на приведенном и последующих рисунках охарактеризована с помощью расчетных значений параметра насыщенности (L), положительные значения которого отвечают состоянию перенасыщения (возможности выпадения соответствующего минерала из раствора), 0 - состоянию равновесия, а отрицательные величины – недонасыщению (возможности дополнительного растворения рассматриваемого минерала). Кроме опробованных вод, для сравнения на рисунках приведены результаты расчетов, выполненных с использованием средних составов пластовых вод до начала разработки («пластовые воды») (Геология и разработка. ..., 1996).

Как видно из рассматриваемых рисунков, при стандартных условиях все рассматриваемые типы промышленных вод являются в различной степени слабо перенасыщенными относительно кальцита, арагонита и доломита, причем наименьшим насыщением среди изученных растворов отличаются пластовые воды. В горизонтах A<sub>1-3</sub> и A<sub>6-7</sub> пластовые воды в большинстве случаев практически равновесны с этими минералами или даже слабо недонасыщены.

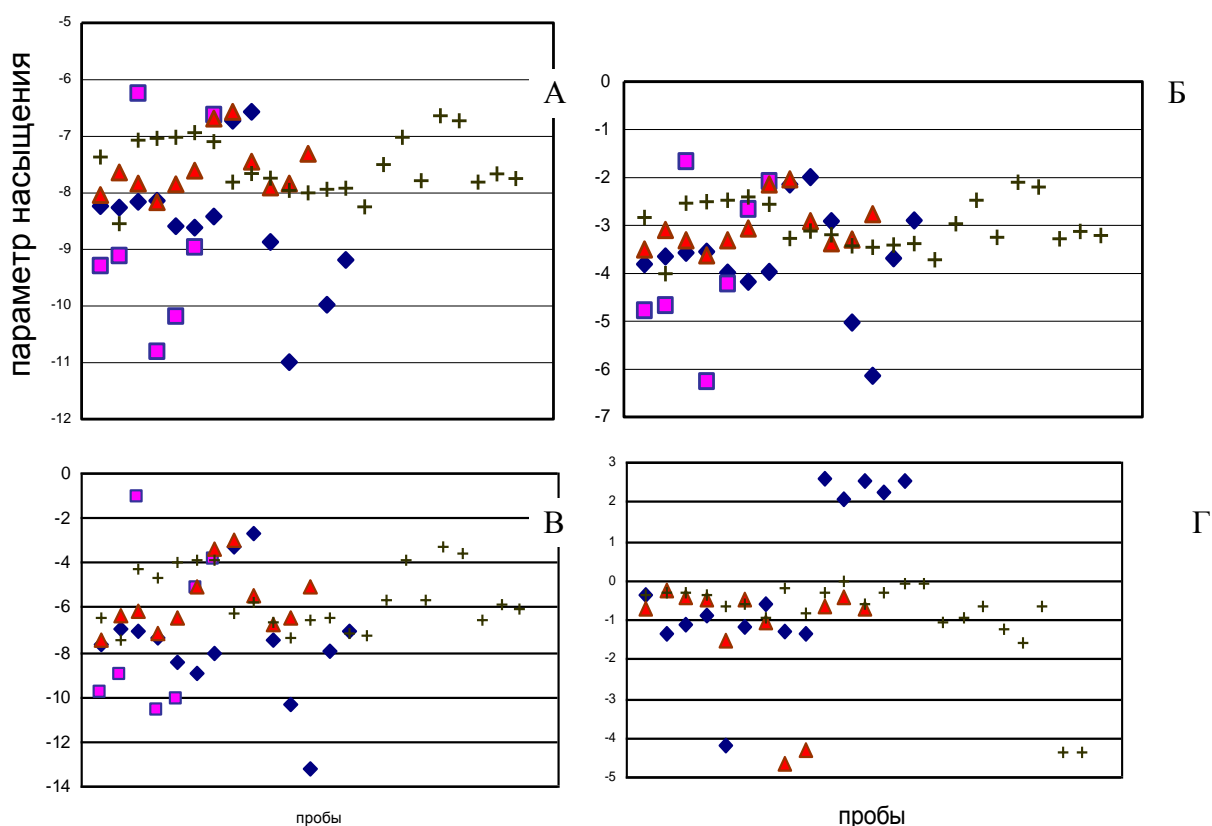
Среди остальных видов промысловых вод максимальной насыщенностью отличаются пробы вида СВ (отобранные на ДНС и КСП), чуть ниже, при относительно большом разбросе значений, степень насыщения проб вида ДВ (из эксплуатационных скважин), а минимально пересыщены пробы вида ЗВ (отобраны на КНС). Поскольку растворимость кальцита, арагонита и доломита контролируется одной и той же карбонатной системой вод, все они дают сходную картину распределения степени насыщения, особенно в случае кальцита и арагонита.

Относительно сульфатов кальция ( $\text{CaSO}_4$  – ангидрит, гипс) в стандартных условиях все воды оказались резко недонасыщенными и поэтому не показаны на рисунках. Соответственно, выпадение гипса и ангидрита можно ожидать только при их интенсивном техногенном концентрировании.

Учитывая снижение растворимости карбонатов с ростом температуры, очевидно, что все рассматриваемые промысловые воды становятся при закачке в эксплуатационные пласты существенно перенасыщенными относительно карбонатных минералов и способны высаживать их в стволе нагнетательных скважин и призабойной зоне пласта, вплоть до того момента, пока они не растворят требуемого количества двуокси углерода, заимствуемого из флюидов пласта и породы.

После этого, приближаясь к равновесию с растворенными газами нефти, пластовых вод и свободными газами в условиях продуктивного пласта, их поведение резко меняется. Выполненные для этого случая расчеты степени насыщения показаны на рис. 2.

Проведенные, пусть пока и не по всем планируемым компонентам растворов, расчеты равновесий впервые дают возможность оценить общую количественную картину распределения соленасыщения в различных типах промысловых вод и более обоснованно подойти к исследованию конкретных процессов техногенного соленакопления в ходе дальнейших исследований на основе их моделирования с использованием численных физико-химических методов.



**Рис. 2. Насыщенность вод арагонитом А, кальцитом Б, доломитом В и ангидритом Г после приведения к пластовым условиям и равновесию с газами, растворенными в нефти (см. обозначения на рис. 1)**

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки и Минпромнауки РФ (гранты №№ E02-9.0-60, ур 09.01.414, НИИ-1566.2003.05)*

#### Литература

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / Под ред. А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, Ф.К. Салманова и др. – М.: Недра, 1975. – С. 488 – 491.
2. Геология и полезные ископаемые России / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова – С.-П.: ВСЕГЕИ, 2000. – Т.2. – С. 129 – 133.
3. Кашавцев В.Е., Гаттенбергер Ю.П., Люшин С.Ф. Предупреждение соленакопления при добыче нефти. - М.: Недра, 1985. – 215 с.
4. Букаты М.Б. Разработка программного обеспечения для решения гидрогеологических задач // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – Т. 305. – Вып. 6. – С. 348 – 365.
5. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России / Под ред. А.К. Багаудинова, С.Л. Баркова Г.К. Белевич и др. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – Т. 2. – С. 15 – 43.

## ТИПИЗАЦИЯ ОПОЛЗНЕЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛАГЕРНОГО САДА ПО ФАКТОРАМ ИХ РАЗВИТИЯ

Н.В. Шлюрпа

Научный руководитель доцент Т.Я. Емельянова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Любое исследование всегда начинается и заканчивается классифицированием предмета исследования. Цель классификации оползневых процессов на склонах – дать логичную схему различных типов четко выраженных таксонов, способных охарактеризовать оползневые процессы на склонах по наиболее важным признакам.

На территории Лагерного сада г. Томска продолжают активно развиваться оползневые процессы, представляющие реальную угрозу для зданий и сооружений и для всего склона в целом. Наиболее активно оползневые процессы развиваются в его юго-восточной части. Это обусловлено прежде всего тем, что на данной территории состояние геологической среды является опасным, а уровень инженерной защиты неудовлетворительным (Проблемы..., 1985).

Задача данной работы - выявление ведущих факторов развития оползней для составления их типизации для выбора наиболее оптимальных противооползневых мероприятий.

Для решения этой задачи необходимо знать:

- 1) строение склона, его форму и размеры;
- 2) состав, состояние и свойства пород склона;
- 3) обводненность пород и режим подземных вод;
- 4) геологические процессы, влияющие на ход оползневого процесса;
- 5) эффективность ранее проводимых противооползневых мероприятий;
- 6) деятельность человека и ее влияние на устойчивость склона.

На основе анализа данных режимных наблюдений оползневой станции и личных наблюдений выявлено, что на развитие оползней №№ 15 и 16 в Лагерном саду оказывают влияние как природные, так и техногенные факторы. К природным факторам относятся особенности геологического строения склона, а именно: переслаивание в разрезе пород разного состава, с преобладанием глинистых, различного состояния и различных свойств; активная речная эрозия правого берега, который здесь представляет излучину реки; выветривание; рассредоточенные выходы подземных вод. К техногенным факторам относятся: подрезка склона, пригрузка поверхности склона зданиями и сооружениями, строительство на склоне, отсутствие надлежащего поверхностного стока, увеличение обводненности пород.

Фактический материал показывает, что ведущими факторами развития оползней №№ 15, 16 из этого множества являются гидрогеологический и техногенный.

При типизации по генетическому признаку, т.е. применительно к основному фактору, активизирующему оползневую подвижку, различаются оползни эрозионные, абразионные, сейсмогенные, антропогенные и полигенные (Проблемы..., 1958). По этой классификации оползни Лагерного сада являются эрозионными, так как одним из факторов развития оползней является активная речная эрозия правого берега; антропогенными (склон застроен) и полигенными (возникающие при одновременном воздействии двух или более факторов оползнеобразования) (табл. 1).

Таблица 1

Типизация оползней № 15 и № 16 Лагерного сада г. Томска

Тип оползней	Автор и фактор классификации	Факторы развития оползней
Эрозионный	Е.П. Емельянова. Эрозионная подрезка склона.	Размывающая деятельность р. Томи в излучине, увеличение твердого стока способствуют развитию оползней.
Антропогенный	Е.П. Емельянова. Следствие инженерно-хозяйственной деятельности человека.	Подрезка склона, пригрузка поверхности склона зданиями и сооружениями, строительство на склоне, отсутствие надлежащего поверхностного стока, увеличение обводненности пород.
Полигенный	Е.П. Емельянова. Возникающие при одновременном воздействии двух и более факторов оползнеобразования.	Главными в развитии оползней являются гидрогеологический и техногенный факторы. Подземные воды влияют на величину напряжений и на прочность пород. Активизируют оползневые смещения застройка склонов и присклоновых территорий, движение транспорта, сбросы воды, нарушение сплошности.
Оползни течения	Г.С. Золотарев. Изменение напряженного состояния горных пород.	Состав и свойства пород.

По механизму смещения оползни №№ 15 и 16 Лагерного сада являются оползнями течения. Фактором развития оползней течения являются особенности состава и свойств пород, слагающих склон, а именно – переслаивание молодых, слаболитифицированных пород, преимущественно с низкой прочностью (табл. 2).

Облегчающими динамику оползней в форме течения являются также климатический и гидрогеологический факторы.

Активизация начинается в мае, а стабилизация наступает в сентябре. То есть начало активизации наступает в момент таяния снега и оттаивания грунтов, что способствует инфильтрации и замачиванию поверхностей скольжения. Инфильтрации способствуют свойства и состав пород, слагающих склон – повышенная пористость преимущественно глинистых и песчаных пород.

О том, что это оползни течения говорят неодинаковые величины смещения марок, расположенных в разных частях оползней. Как видно из графиков, наибольшие смещения приходятся на конец апреля и май. Это связано с интенсивным таянием снега, подъемом уровня грунтовых вод, вследствие чего происходит интенсивное замачивание пород, происходят подвижки, верхние части пород начинают течь. Наибольшее смещение характерно для марки 16-4, расположенной на крутой части склона; здесь действие гравитационных сил проявляется сильнее. Марки 16-3, 35 расположены в голове оползня № 16 и, возможно, поэтому у них меньше смещение, так как голова оползня наиболее устойчива, возможно потому, что нижняя часть склона более крутая и с большей скоростью происходит растяжение (течение) оползневого грунтового массива.

Таблица 2

Показатели физических свойств пород по скважине 1

Глубина отбора образца, м	Естественная влажность $W_e$ , %	Плотность грунта, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Влажность на границе текучести $W_L$ , %	Влажность на границе раскатывания, $W_p$ , %	Показатель текучести $I_{L,де}$	Число пластичности $I_p$ , %	Коэффициент пористости $e$ , МПа	Удельное сцепление $C$ , кПа	Угол внутреннего трения $\phi$ , градус
1	34,34	2,07	36,7	27,9	0,73	8,8	0,75	11	21
2	22	2,01	48,4	33,6	-0,79	14,8	0,65	31	24
2,7	29,8	–	44,3	32,8	-0,26	11,5	0,75	25	23
3,25	36,9	1,9	36	25	1,08	11	0,85	16	16
5,0	39,7	1,84	42,2	39,0	0,21	3,2	–	–	–
6,2	36,1	1,88	44,4	35,7	0,04	8,7	0,87	19	20
8,7	39,5	1,93	35,7	30,0	1,6	5,7	–	–	–
9,5	35,8	1,82	45	30	0,39	15	0,85	18	19
10,5	41,65	1,94	42	36,9	0,93	5,1	0,85	16	16
14,2	31,4	–	38,9	15,0	0,68	23,9	0,73	41	14

По замерам уровней воды в наблюдательных скважинах видно, что колебания уровней подземных вод до 1,5 м происходит также по сезонам. Наибольшие подъемы уровней наблюдаются весной в период таяния снега и в наиболее дождливые месяцы. Это колебание способствует ухудшению свойств пород, нарушению их связности и способствует смещению в форме течения.

Кроме того, исследование оползневых отложений по результатам изучения разреза скважины № 1 показало, что породы в оползневом теле перемешаны, перемяты.

На протяжении всего периода наблюдений оползней восточной части Лагерного сада характеризуются значительной активностью. Противооползневые мероприятия на данном участке не проводились.

Данные оползней сложно отнести к конкретному типу. Лучше их считать полигенными, так как на их развитие влияют два и более факторов.

Таким образом, выявление ведущих факторов развития оползней важно для выполнения типизации. В свою очередь, типизация оползней необходима для составления прогнозов их развития, проектирования защитных мероприятий и для организации мониторинга.

На взгляд автора, мониторинг проводится не в полном объеме. Мониторинг содержит только такие виды работ как наблюдения за перемещением марок и реперов и замеры уровней воды по скважинам.

Считаю, что необходимо, кроме этого, изучать геологический разрез конкретных оползней, условия залегания пород; состав и свойства пород, как оползневых так и подстилающих (особенно прочностные свойства), эрозионную деятельность р. Томи.

#### Литература

1. Проблемы классифицирования склоновых гравитационных процессов / Под ред. М.В. Чуринова, Е.А. Толстых. – М.: Наука, 1985. – 204 с.

## Подсекция 2 – Гидрогеохимия и гидрогеоэкология

### ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПРЭСНЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОГО КУЗБАССА

**А.А. Батурина**  
 Научный руководитель профессор Н. М. Рассказов  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Органические вещества являются значимой частью химического состава природных вод. В Кузнецком бассейне изучение общего содержания и основных групп органических веществ в хозяйственно-питьевых водах ведётся в течение десятков лет. Эти данные были опубликованы Роговым Г.М., Поповым В.К. и другими авторами (Рогов и др., 1985; Рассказов и др., 1995). Определить в водах содержание органических микропримесей стало возможным лишь с появлением специальной аппаратуры и с применением высокочувствительного метода хромато-масспектрометрии. Изучение органических микропримесей в Центральном Кузбассе ведётся с 1991 г. по настоящее время (Конторович и др., 2000). Регионом исследований является бассейн р. Томи и её притоков.

В Кузбассе поступлению органических веществ в воды способствуют такие природные условия как гумидный климат, растительность, наличие угольных месторождений, а также антропогенные источники – промышленные предприятия и сельское хозяйство.

Меридиональное расположение хребта Кузнецкого Алатау обуславливает направление долины р. Томи и особенности её водного питания. Правые притоки р. Томи, стекающие с Кузнецкого Алатау, формируют основной речной сток данной территории. В связи со своеобразием условий в Кузбассе сформировалось пять основных ландшафтных зон в направлении с востока на запад: 1) зона таёжного горного ландшафта с очень благоприятными условиями питания и разгрузки подземных вод; 2) зона расчленённого низкогорного ландшафта с благоприятными условиями питания и разгрузки природных вод; 3) зона всхолмленной равнины с островной тайгой; 4) зона всхолмленной лесостепи; 5) степная зона с затруднёнными условиями питания и разгрузки подземных вод. Третья и четвёртая ландшафтные зоны имеют удовлетворительные условия питания и разгрузки природных вод.

Отбор проб воды для определения в них органических веществ и последующий их анализ проводился сотрудниками ТПУ и ТФ ИГНГ СО РАН с 1991 г. по настоящее время. При этом опробовались воды р. Томи и её притоков, а также воды источников, колодцев и скважин данного района.

Общее содержание органических веществ в природных водах определено в 66 пробах.

В ходе исследований имеющиеся результаты анализов распределены по типам вод на поверхностные и подземные. Пробы подземных вод отнесены к основным типам – верховодка (единичные пробы), аллювиальных отложений, трещиноватых коренных пород и рыхлых покровных отложений. В свою очередь для выявления различий между типами вод все пробы распределены по пяти ландшафтным зонам (табл.). Все исследованные воды являются пресными за исключением двух проб.

**Таблица**

**Органические вещества пресных природных вод ландшафтных зон Центрального Кузбасса, мг/л**

Ландшафтная зона	Тип вод	Кол-во проб	M, мг/л	pH	C <sub>орг.</sub>	ПО	ГК	ФК	НП
Горная таёжная	Поверхностные	4	<u>81 – 244</u> 181,3	<u>6,5 – 7,3</u> 6,9	<u>3,7 – 6,0</u> 4,75			<u>0,1 – 1,6</u> 0,5	0,2
	Аллювиальных отложений	3	<u>111 – 326</u> 166,7	6,5	5,6	<u>0,6 – 2,88</u> 0,86	<0,1	0,1	<u>&lt;0,02 – 1,98</u> 0,67
Предгорная таёжная	Поверхностные	11	<u>59 – 312</u> 150,3	<u>7,0 – 8,6</u> 7,8	<u>0,8 – 21,8</u> 7,3	<u>1,0 – 4,4</u> 2,3	<u>0,3 – 4,4</u> 0,45	<u>0,1 – 4,6</u> 1,45	<u>&lt;0,02 – 1,98</u> 0,46
	Верховодка	1	69	5,6	15,7			0,3	0,4
	Аллювиальных отложений	9	<u>212 – 764</u> 508	<u>6,2 – 7,3</u> 7,0	<u>0,82 – 5,0</u> 2,6	<u>0,28 – 5,8</u> 1,98	<u>&lt;0,1 – 0,12</u> 0,11	<u>0,03 – 1,8</u> 0,87	<u>0,15 – 0,21</u> 0,18
	Трещиноватых коренных пород	14	<u>144 – 1566</u> 491	<u>7,0 – 8,0</u> 7,5	<u>0,2 – 7,2</u> 2,6	<u>0,4 – 8,6</u> 2,0	<u>&lt;0,1 – 0,93</u> 0,52	<u>&lt;0,1 – 1,05</u> 0,6	<u>&lt;0,02 – 0,4</u> 0,12
Равнинная лесная	Трещиноватых коренных пород	3	<u>390 – 670</u> 533	<u>6,8 – 7,7</u> 7,3	<u>0,07 – 0,75</u> 0,33	5,2	<u>0,09 – 0,72</u> 0,49	<u>0,57 – 0,96</u> 0,73	<u>0,07 – 0,09</u> 0,08
Лесостепная	Поверхностные	4	<u>144 – 403</u> 237	<u>7,5 – 8,8</u> 8,3	<u>0,4 – 4,7</u> 2,55	<u>1,5 – 4,4</u> 2,6	<u>0,57 – 0,60</u> 0,59	<u>1,41 – 2,88</u> 1,92	<u>0,02 – 0,11</u> 0,06
	Аллювиальных отложений	2	630	<u>7,2 – 7,4</u> 7,3	0,75	0,96		0,3	0,12
	Трещиноватых коренных пород	11	<u>584 – 1195</u> 731	<u>6,8 – 7,9</u> 7,3	<u>0,7 – 20,9</u> 7,6	<u>0,06 – 3,92</u> 1,58	<u>0,03 – 2,5</u> 1,07	<u>1,26 – 2,64</u> 1,88	<u>&lt;0,02 – 0,32</u> 0,17
	Рыхлых покровных отложений	1	605	7,8		0,4	<0,1	<0,1	0,18
Степная	Аллювиальных отложений	2	<u>952 – 1513</u> 1233	<u>7,4 – 7,6</u> 7,5	10,5	<u>1,2 – 2,4</u> 1,6	0,6	2,07	<u>0,2 – 0,22</u> 0,21

*Примечание: 1) дробь – в числителе приведены минимальные и максимальные значения, в знаменателе – средние; 2) ПО – перманганатная окисляемость; ГК – гуминовые кислоты; ФК – фульвокислоты; НП – нефтепродукты*

Общее содержание органических веществ характеризуют такие показатели как C<sub>орг.</sub> и перманганатная окисляемость. Существенную долю органических веществ по массе составляют гуминовые и фульвокислоты, имеющие почвенное происхождение.

Горная таёжная зона характеризуется средней минерализацией поверхностных вод 181 мг/л, а вод аллювиальных отложений – 167 мг/л. Величина pH вод в этой зоне составляет 6,5 – 7,3. Среднее содержание фульвокислот в поверхностных водах составило 0,5 мг/л, в подземных – 0,1 мг/л. Содержание нефтепродуктов во всех пробах подземных вод превысило ПДК и составило 0,2 мг/л, в одной пробе аллювиальных вод составило 1,98 мг/л.

В предгорной таёжной зоне средняя минерализация поверхностных вод находится почти на том же уровне, что и в горной таёжной зоне – 150,3 мг/л, величина составляет рН – 7,0 – 8,6. Высокое содержание органических веществ обнаружено в поверхностных водах и верховодке – 7,3 и 15,7 мг/л соответственно.

В водах аллювиальных отложений и трещиноватых коренных пород средняя минерализация составила около 500 мг/л, в водах аллювиальных отложений средняя величина рН ниже – 7,0; в водах трещиноватых коренных пород – 7,5. Среднее содержание органического углерода в этих водах одинаковое – 2,6 мг/л, на одном уровне находится и величина перманганатной окисляемости – около 2 мг О/л.

Различие между содержаниями гуминовых и фульвокислот велико в аллювиальных водах предгорной таёжной зоны – 0,11 и 0,87 мг/л соответственно; в водах трещиноватых коренных пород это различие менее выражено – среднее содержание гуминовых кислот составляет 0,52 и фульвокислот – 0,6 мг/л.

В этой зоне также отмечается превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов, что свидетельствует об антропогенном загрязнении; относительно более чистыми являются воды трещиноватых коренных пород.

В равнинной лесной зоне исследованы воды трещиноватых коренных пород, где средняя минерализация составила 533 мг/л; величина рН 7,3. Среднее содержание  $C_{орг.}$  в водах этой зоны ниже – 0,33 мг/л. Среднее содержание гуминовых и фульвокислот в пробах соответственно 0,49 и 0,73 мг/л. Содержание нефтепродуктов немного ниже ПДК – 0,08 мг/л.

В лесостепной зоне поверхностные воды имеют среднюю минерализацию 237 мг/л и высокую величину рН – 8,3. В водах аллювиальных пород и в водах трещиноватых пород величина минерализации составила соответственно 630 и 731 мг/л при равной средней величине рН – 7,3.

Содержание  $C_{орг.}$  в поверхностных водах составило 2,55 мг/л, в водах аллювиальных отложений – 0,75 и максимальное в водах трещиноватых коренных пород – 7,6.

Высокое среднее содержание гуминовых и фульвокислот обнаружено в поверхностных водах – 0,59 и 1,92 мг/л соответственно и в водах трещиноватых коренных пород – 1,07 и 1,88 мг/л.

В лесостепной зоне поверхностные воды более чистые по содержанию нефтепродуктов, но в подземных водах различных типов залегания содержание нефтепродуктов составило в среднем 0,12 – 0,18 мг/л (выше ПДК).

В степной зоне отмечается высокая минерализация вод аллювиальных отложений – от 952 до 1513 мг/л при средней величине рН 7,5, высоком содержании  $C_{орг.}$  в одной пробе, высоком содержании в ней гуминовых кислот – 0,6 и фульвокислот – 2,07 мг/л. В этой зоне среднее содержание нефтепродуктов также превышает ПДК и составляет 0,21 мг/л.

Даже при сравнении главных показателей, характеризующих содержание органических веществ в воде, видно различие между ландшафтными зонами. Например, содержание  $C_{орг.}$  и перманганатной окисляемости в водах предгорной таёжной зоны значительно выше чем в водах равнинной лесной и лесостепной зон.

Содержание нефтепродуктов в большинстве проб воды повышено. Среди поверхностных вод наиболее загрязнены нефтепродуктами воды предгорной таёжной зоны. В аллювиальных отложениях более загрязнены воды горной таёжной зоны в районах населённых пунктов. Воды трещиноватых коренных пород являются наиболее грязными в лесостепной зоне. Высокое содержание нефтепродуктов в верхнем водоносном горизонте свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке в Кузбассе.

Малоизученной проблемой является изучение распределение органических микропримесей в подземных водах. В Центральном Кузбассе имеются данные по 23 пробам, отобраным в верхней гидродинамической зоне. Для вод трещиноватых коренных пород лесостепной зоны на основании имеющихся данных автором исследовались соотношения между содержанием органического углерода и органических микропримесей. Дальнейшая обработка данных и обобщающие исследования продолжаются.

Различие содержаний органических веществ в природных водах различных ландшафтных зон показывает взаимосвязь условий питания и разгрузки природных вод с влажностью климата с интенсивностью произрастания растительности и поступлением в воды органических веществ растительного происхождения – гуминовых и фульвокислот. Это подтверждает решающую роль природных факторов в формировании органического состава природных вод.

## Литература

1. Рогов Г.М., Попов В.К. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса. – Томск: Изд-во ТГУ, 1985. – 192 с.
2. Рассказов Н.М., Шварцев С.Л., Трифонова Н.А., Наливайко Н.Г. Нелетучие органические вещества и микроорганизмы в подземных водах района Крапивинского водохранилища на р. Томи (Кузбасс) // Геология и геофизика. – М., 1995. – № 4. – С. 30 – 36.
3. Конторович А.Э., Шварцев С.Л., Зуев В.А., Рассказов Н.М., Туров Ю.П. Органические микропримеси в пресных природных водах бассейнов Томи и Верхней Оби // Геохимия. – М., 2000. – № 5. – С. 533 – 544.

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ МОСКВЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА МОСКВЫ**

**Е.Н. Воронина**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько  
*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Сегодня Москва-река признана самой грязной рекой на территории Центрального федерального округа. Её низовья считаются водоемами “пятой категории пользования”. Состояние Москвы-реки оценивается как критическое. Департамент госконтроля по Центральному федеральному округу установил, что вода в Москве-реке опасна для всего живого. Как известно, бассейн Москвы-реки испытывает крайне высокую антропогенную нагрузку от жизни столицы. Проблема влияния городов-мегаполисов на качество природных вод существует во всем мире. В данной работе на основе материалов литературных источников и собственных исследований автора во время первой производственной практики проанализировано эколого-геохимическое состояние реки Москвы, с целью выявить влияние антропогенных и

природных условий на качество ее воды, а также рекомендовать необходимые мероприятия для улучшения ситуации (Битюкова и др., 1985).

Река Москва является главной водной артерией города Москвы. Своё начало река берет из Старьковского болота на Смоленско-Московской возвышенности, в р. Оку впадает у города Коломны. Река вступает в пределы города в районе Тушина и выходит из города в районе Капотни. Бассейн реки обладает хорошо развитой речной сетью. Общее количество притоков Москвы-реки, включая и мелкие ручьи, определяется И. А. Здановским равным 912, без ручьёв же это количество уменьшается до 592. Речная сеть бассейна Москвы-реки наиболее развита в его левобережной части, где главными притоками являются: Иночь, Искона, Руза, Истра, Пехорка, Яуза, Сходня, Гжелка, Нерская; главные притоки правобережной части: Лусьянка, Колоча, Пахра, Северка и Коломенка. Питание реки происходит за счет поверхностного стока (12%), талых вод (61%) и грунтового стока (27%). Зимний сток, обязанный всецело только грунтовому питанию, наиболее устойчив, в то время как летний сток весьма изменчив вследствие неустойчивости дождевого питания. Среднемноголетний расход равен  $109 \text{ м}^3/\text{с}$ . Минимальные расходы на Москве-реке наблюдаются обычно в начале зимы, максимальные расходы - в период весеннего половодья. По химическому составу тип природных вод – гидрокарбонатный кальциевый (Егоренков и др., 1998).

Основными факторами, влияющими на формирование и распространение загрязнений в водах реки Москвы, являются сброс загрязненных стоков промышленными предприятиями, коммунально-бытовые стоки, неорганизованные стоки (снеговой, ливневый), а также притоки р. Москвы. Соотношение природных вод, поступающих из Москворецкой и Волжской водохозяйственных систем, и сточные воды (сточные воды горканализации, поверхностный сток и сточные воды промышленных предприятий), составляет около 1 : 2.

В настоящее время предприятия города сбрасывают в городскую канализацию до 720 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ . производственных загрязненных сточных вод. В бассейне реки Москвы расположено около 1400 абонентов городской водоотводящей системы, имеющих 1700 водовыпусков. Из общего числа абонентов только 35% имеют локальные очистные сооружения поверхностного стока, остальные отводят поверхностный сток со своих территорий без очистки. При этом 45% локальных очистных сооружений работают неэффективно и не обеспечивают проектной степени очистки; 50% очистных сооружений хотя и работают в проектных пределах, однако степень очистки на них ни по взвешенным веществам, ни по нефтепродуктам не достигает установленных нормативов. В среднем, она колеблется от 5 до 0,3 мг/л по НП и от 10 до 30 мг/л по взвешенным веществам. Это, безусловно, оказывает ощутимое негативное влияние на качество воды в р. Москва. Следует отметить, что помимо абонентов городской водоотводящей системы по берегам р. Москвы и её притоков расположены около 90 спецводопользователей, в том числе такие крупные предприятия, как гостиница “Россия”, “ЗИЛ” (Автомобильный завод им.Лихачева), “ВНИИХТ (всесоюзный институт химических технологий)”, “ТЭЦ ВТИ” (Теплотехнический институт). Их вклад в загрязнение речной воды весьма существенен, так как велики объемы сброса их сточных вод. Например, только завод “ЗИЛ” сбрасывает почти 123 млн  $\text{м}^3$  в год.

Поверхностный сток с территории города не очищается от загрязнений и напрямую попадает в водные объекты. В целом по г. Москве в течение года с поверхностным стоком поступает 3840 тонн нефтепродуктов, 452080 тонн взвешенных веществ, 173280 тонн хлоридов и 18460 тонн органических веществ (по БПК<sub>5</sub>). В результате, с поверхностным стоком в водные объекты города попадает нефтепродуктов в 1,8 раза, а взвешенных веществ почти в 24 раза больше, чем со сточными водами предприятий. Объем стока через коллектора в 4 раза превышает сток от абонентов и спецводопользователей, а сами воды не подвергаются никакой очистке, хотя несут в себе наиболее вредные вещества, смываемые с этих территорий – хлориды, сульфаты, соли тяжелых металлов, органические вещества, мусор. Подтверждением служит увеличение концентраций загрязняющих веществ во время половодья, когда ЗВ смываются с тальми водами в водные объекты.

Существенный вклад в загрязнение р. Москвы вносят снегосвалки. Вместе со снегом в сточные воды поступает большое количество хлоридов, нефтепродуктов, взвешенного мусора, которые через ливневую канализацию попадают непосредственно в водные объекты города. Например, р. Котловка испытывает значительное техногенное воздействие за счет поступления минерализованных стоков с поверхностей автодорог и улиц в результате таяния снега. Общее количество хлоридов, поступающее в р. Котловку в течении зимнего периода, составляет примерно 84% от всех сбросов. Таким образом, снегосвалки представляют значительную опасность для водных объектов города.

Безусловно, основную массу загрязнений несут в р. Москву ее притоки. Экстремально-высокое загрязнение зафиксировано в устье р. Яузы. Например, по НП превышение ПДК в 21,3 раза, по иону аммония – в 2,9 раза, по нитрит-иону – в 4,06 раза, по иону марганца – в 20 раз, по иону железа – в 11 раз, по иону меди – в 18 раз, по иону свинца – в 7,4 раза. Итогом является тот факт, что практически  $\frac{1}{4}$  зафиксированных случаев сверхлимитных и залповых сбросов ЗВ и термальных вод приходится на бассейн р. Яузы. Это объясняется большой загруженностью территории промпредприятиями (завод “Кристалл”, Ткацко-отделочный комбинат, НПО “Химвтоматика”, завод “Красный богатырь” и др.), значительным стоком с селитебной территории и городских транспортных магистралей.

Как вторичный источник загрязнения рассматриваются донные отложения р. Москвы. Опробование этих отложений стабильно фиксирует источники загрязнения вод и позволит в дальнейшем, на основании проведенной съемки р. Москвы, выявить большую часть комплекса химических элементов-загрязнителей и пространственную характеристику зон их воздействия. В пределах изученной части реки Москвы выделяются особые донные отложения - техногенные илы, для которых характерны тонкодисперсный состав, повышенная пластичность, маслянистость, специфический запах (нефтяной, фекальный), окраска темных и пепельных тонов. Самые верхние горизонты таких илов часто представляют собой коллоидную массу (суспензию или гидрозоль). Именно эти техногенные илы обогащены органическими веществами - нефтепродуктами, СПАВ, бензапиреном и др. С ними же связано чрезвычайно высокое содержание серебра, ртути, цинка, свинца, кадмия, висмута, меди, олова, никеля и др. Значения коэффициентов концентрации этих элементов в 100 и более раз превышают природные уровни их концентраций.

В пределах города Москву-реку по специальной классификации относят к классам “Грязная река” и “Очень грязная река” (Ишков, 1996). Если в верховьях Москвы-реки вода более или менее чистая, то в низовьях концентрация различных вредных веществ в несколько десятков раз превышает предельно-допустимые нормы. Например, на выходе Москвы-реки из Москвы содержание нефтепродуктов в 20 раз больше предельно допустимых концентраций, железа — в 5 раз, фосфатов — в 6 раз, меди — в 40 раз, аммонийного азота — в 10 раз. Содержание серебра, цинка, висмута, ванадия, никеля, бора, ртути и мышьяка в донных отложениях Москвы-реки превышает норму в 10 — 100 раз. Рассматривая, как



пример, анализы воды в створе Бабьегородской плотины, мы видим, что по большинству показателей идет превышение ПДК (НП – в 14 раз, ион аммония – в 3 раза, нитрит-ион – в 1,23 раза, ион марганца – в 9 раз, ион железа – в 8,4 раза, ион цинка – в 5,15 раза, ион меди – в 7,7 раза). Прозрачность воды изменяется в обратном порядке по отношению хода уровня воды, достигая наибольших значений в зимний период с максимумом в 225 см в январе-феврале и резко снижаясь весной – до 99 см в мае. В летне-осенний период прозрачность не превышает 144 см. Многолетние среднемесячные величины плотного остатка изменяются от 284 мг/л в феврале до 163,8 мг/л в мае, при среднем многолетнем значении 227,8 мг/л. Цинк, медь, свинец поступают в р. Москву со сточными водами предприятий текстильной, химической и металлообрабатывающей промышленности. Повышенное содержание марганца наряду с полифосфатами, свидетельствует о значительной доле в поверхностном стоке сельскохозяйственных почв, что подтверждается присутствием в поверхностных водах довольно высоких, даже превышающих ПДК, концентраций пестицидов. Повышенное содержание железа и марганца обусловлены также природными условиями.

О присутствии практически всей таблицы Менделеева в московской воде говорит тот факт, что даже в 30-ти градусные морозы река не замерзает полностью. Кроме напряженного эколого-геохимического состояния, воды реки Москвы не удовлетворяют также и санитарно-гигиеническим нормативам.

Резюмируя экологическую ситуацию Москворецкого бассейна, сложившуюся под воздействием столичного мегаполиса, необходимо отметить крайне высокую степень антропогенной нагрузки, превышающую природные возможности биологического самоочищения водных экосистем.

Качество воды р. Москвы не соответствует требованиям, предъявляемым при соответствующих видах водопользования, что вызывает необходимость разработки и реализации комплексных мероприятий, направленных на оздоровление р. Москвы и её притоков в черте города. Для успешной разработки водоохранных мероприятий необходимо разработать обоснованную систему экологического мониторинга и управления качеством р. Москвы, основанную на анализе и использовании имеющейся информации об основных источниках загрязнения, существующей системе контроля за качеством воды реки и её притоков первого порядка, поступлением загрязняющих веществ, анализе действующей в Москве системы управления качеством воды водоёма. Совместно МосводоканалНИИпроект, Институт водных проблем РАН и АО «Прима-М» предложили проект по созданию современной, соответствующей требованиям экологической безопасности и экономическому механизму природоохранной системы управления качеством воды р. Москвы в черте города, основными элементами которой являются: разработка системы наблюдений за качеством воды р. Москвы в черте города, основанной на использовании автоматических станций и лабораторном контроле, создание информационной базы данных, прогнозирование качества воды, разработка предложений по управлению качеством воды реки Москвы в черте города.

Система экологического мониторинга включает четыре основных блока.

1. Концептуальный блок включает разработку принципов совместной эксплуатации с учетом интересов существующих водопользователей.
2. Оперативный блок, целью которого является обоснование системы наблюдений за качеством воды.
3. Организационный блок, целью которого является создание информационной базы данных на основе трехуровневой системы получения информации.
4. Блок организации, передачи и использования информации.

#### Литература

1. Битюкова В.Р., Глушкова В.Г., Ратанова М.П. Экология Москвы: прошлое, настоящее и будущее. Оценка специалистов. – М., 1998. – 154 с.
2. Егоренков Л.И., Лопатина В.И. Окружающая среда Московского региона: Учеб. пособие. – М., 1998. – 161 с.
3. Ишков А.Г. Экологические проблемы г. Москвы и их решение // Науч. и техн. аспекты охраны окружающей среды: Обзор информ / ВИНТИ. – М., 1996. – № 6. – С. 50 – 51.

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П.А. Дергач

Научный руководитель доцент В.В. Янковский  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последнее время возникают очень серьёзные проблемы в системе водных ресурсов Российской Федерации. Во многих регионах замечается нехватка водных ресурсов хорошего качества, особенно для использования воды человеком. Состояние гидротехнических сооружений продолжает ухудшаться, что нередко приводит к появлению чрезвычайных ситуаций. Эти проблемы во многом связаны с недостаточной степенью координации между государственными органами управления и пользователями воды, что приводит к нарушению водно-экологической безопасности проживания населения (Льготин и др., 2003).

Правовые основы мониторинга водных объектов заложены в водном законодательстве России (Водный Кодекс РФ от 16.11.1995 № 167-ФЗ).

Напряженная водохозяйственная и водно-экологическая ситуация наблюдается и в Томской области, характерной особенностью которой является большая заболоченность территории, наличие большого количества рек и озер, концентрация населения и производства в южных районах, развитие нефтегазового комплекса на севере области, функционирование Сибирского химического комбината. Отличительной особенностью поверхностных вод является высокое содержание органических веществ, придающих воде специфический желтоватый или даже коричневый цвет, а также железа, соединений азота и некоторых микроэлементов, обычно значительно превышающих установленные нормативы, вследствие чего речные воды во многих случаях относятся к «умеренно-загрязненным» и «загрязненным». Загрязнение речных вод в основном связано не со сбросом сточных вод по сосредоточенным выпускам, а с наличием

неконтролируемых источников загрязнения, поступлением загрязняющих веществ из атмосферы и вторичным загрязнением вод от донных отложений (Королев, 1995).

Состояние водохозяйственного комплекса области определяется интенсивностью использования водных ресурсов в хозяйственно-питьевых и производственных целях, а также для сельскохозяйственного водоснабжения, рыболовства и удовлетворения культурно-бытовых нужд. Неудовлетворительное состояние водохозяйственных систем и сооружений в большинстве случаев вызваны отсутствием заинтересованности у водопользователей в нормальном функционировании сооружений, а также недостаточной квалификацией или отсутствием персонала специальных служб.

Особые проблемы в плане безопасности жизнедеятельности населения области связаны с неудовлетворительным состоянием ограждающих дамб, вследствие возможных переливов речных вод в период половодья по периметру сооружений, прорывов дамб и последующего затопления населенных пунктов.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение области обеспечивается на 90-92% из подземных источников. Водоотбор и удельное потребление подземных вод по административным районам крайне неравномерны.

Исходя из этого, возникает необходимость системного подхода к решению водных проблем, базирующегося на выполнении различных водохозяйственных и экологических программ в рамках государственной стратегии использования, восстановления и охраны водных объектов России.

Эффективность управления водохозяйственной деятельностью базируется на систематической, достоверной и полной информации о состоянии водных объектов, которая может быть получена только при организации и проведении государственного мониторинга водных объектов.

Система мониторинга основывается на единой технологии получения, систематизации и обработки фактографической информации с использованием компьютерных информационно-справочных баз и банков данных и геоинформационных систем. Информационные ресурсы о состоянии подземных и поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений формируются на основе регулярных наблюдений при ведении государственного мониторинга водных объектов, разовых наблюдений в форме отчетных материалов водопользователей, а так же организаций, контролирующих состояния водных объектов.

Даже при наличии исчерпывающей информации о состоянии водных объектов, принятие управленческих решений, зачастую, порождает целую группу проблем. К этой группе относятся проблемы, связанные с планированием, организацией, и контролем водохозяйственной деятельности на областном уровне. При этом можно выделить следующие проблемы:

- отсутствие долгосрочного планирования водохозяйственной деятельности;
- неэффективность существующего экономического механизма водопользования;
- недостаточный объем финансовых средств на осуществление водоохраных мероприятий;
- слабый контроль над соблюдением водопользователями природоохранного законодательства, размещением и функционированием источников загрязнения вод, выполнением намеченных водохозяйственных и водоохраных мероприятий.

Данные проблемы, могут быть решены следующим образом:

- формированием оптимальной структуры системы управления водными ресурсами Томской области и механизма учета и контроля водохозяйственной деятельности;
- совершенствованием экономического механизма управления водохозяйственной деятельностью;
- разработкой региональной нормативно-правовой базы водопользования с учетом сильной заболоченности территории Томской области;
- поддержанием в удовлетворительном состоянии гидротехнических сооружений;
- развитием и совершенствованием системы мониторинга состояния водных объектов.

Как показывает опыт в других регионах Российской Федерации, без повышения эффективности управления водными ресурсами улучшение состояния водных объектов и их рациональное использование невозможно. В свою очередь, эффективность управления напрямую зависит от качества и количества водохозяйственной, гидрологической, гидрохимической и иной информации, получаемой в процессе мониторинговых исследований (Постановление..., 1997).

В качестве информационной основы ведения государственного мониторинга водных объектов на территории Томской области используется информационная система «Geomon», созданная в Территориальном Центре «Томскгеомониторинг». Информационная система представляет собой реляционную базу данных, состоящую из отдельных подсистем, взаимосвязанных между собой. Реляционный характер системы определяется наличием связей и отношений между отдельными подсистемами и их элементами. Данная информационная система состоит из нескольких подсистем: «Месторождения», «Скважины», «Недропользователи», «Объекты недропользования», «Лицензии», «Контроль», «Отчеты», «Справочники». Информационная система (ИС) «Geomon» предназначена для ввода, хранения, анализа геолого-гидрогеологической и иной информации и является основой для ведения Государственного мониторинга подземных вод на территориальном, локальном и детальном уровнях.

В перечень основных задач, решаемых ИС, входят:

- оценка и контроль состояния подземных вод в естественных и нарушенных условиях по результатам режимных наблюдений за уровнями, температурой и качеством подземных вод, водоотбором из эксплуатационных скважин;
- учет эксплуатационных запасов подземных вод и их использование по целевому назначению на основе обобщения данных по фактическому водоотбору по всем водозаборам и водоносным горизонтам и сопоставления их с данными о запасах и установленных лимитах водопотребления;
- учет хозяйствующих субъектов недропользователей, использующих подземные воды;
- ведение мониторинга по режиму уровней и качества подземных вод по наблюдательной сети пунктов наблюдений территориального, локального и детального уровней;
- формирование банка лицензий на право пользования недрами для добычи подземных вод различного целевого назначения, закачек стоков и отходов производства в водоносные горизонты, технологических мероприятий при обработке месторождений полезных ископаемых, искусственного восполнения ресурсов подземных вод и др.;
- организация и проведение контроля выполнения лицензионных соглашений при недропользовании;

- формирование информационных отчетов, а также исходных, обобщенных, интегрированных табличных и графических материалов, характеризующих состояние подземных вод и их использование;
- подготовка исходных данных для последующей тематической обработки и использования в пакетах прикладных программ, не входящих в состав ИС “Geomon” (математическая статистика и моделирование, геоинформационные системы и др.);
- отображение (визуализация) результатов мониторинга средствами ГИС в картографическом виде.

Выше сказанное свидетельствует о том, что ИС “Geomon” выполняет задачи информационного обеспечения пользователей для принятия управленческих решений.

#### Литература

1. Королев В.А. Мониторинг геологической среды. – М.: Изд-во Московского гос. университета, 1995.
2. Лыготин В.А., Макушин Ю.В., Савичев О.Г. Мониторинг водных объектов Томской области. - Томск., 2003.
3. Водный Кодекс РФ от 16.11.1995, № 16 – ФЗ.
4. Постановление Правительства РФ от 14 марта 1997 г. № 307 Об утверждении положения о ведении государственного мониторинга водных объектов. – М., 1997.

### ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КУЗБАССА (НА ПРИМЕРЕ ЕРУНАКОВСКОГО И ТОМЬ-УСИНСКОГО РАЙОНОВ)

Е.В. Домрочева

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев

Томский филиал Института геологии нефти и газа СО РАН, г. Томск, Россия

В настоящее время Кузнецкий угольный бассейн рассматривается как крупнейшая сырьевая база для добычи метана из угольных пластов. Перспективными в бассейне являются Ерунаковский и Томь-Усинский районы (Карасевич и др., 2001) (рис. 1). Планируемая крупномасштабная добыча требует детального изучения не только тектоники, но и многих других параметров, в том числе гидрогеохимических.

В геологическом отношении подавляющая часть разреза сложена в основном угленосно-терригенными отложениями кольчугинской серии (P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>), представленной песчаниками, алевролитами и аргиллитами с включением до 50 угольных пластов. Сверху коренные породы покрыты маломощными рыхлыми отложениями кайнозойского возраста, представленными глинами, песчаниками и гравийно-галечниками.

Характерной особенностью распространения стратиграфических комплексов является их концентричность, которая проявляется в закономерной смене древних отложений более молодыми от периферии к центру Кузбасса. Такая закономерность выдерживается даже в районах развития интенсивной складчатости. Максимальная мощность пород бассейна до 9 – 11 км (Полянский и др., 2004).

Объем использованной информации представляет собой базу данных из 250 анализов. Изученные воды разнообразный химический состав – от ультрапресных до умеренносоленых, минерализацией от 0,076 до 9,5 г/л в Усинском районе и от 0,4 до 8,8 г/л в Ерунаковском (рис. 2 а). По величине рН нейтральных до щелочных (рис. 2 б). Сложное изменение солености вод с глубиной связано с неодинаковой проницаемостью геологического разреза. Соответственно, в более проницаемых где водообмен выше, соленость воды и наоборот.

С глубиной наблюдается увеличение минерализации подземных вод. Это происходит в первую очередь за счет – до 3,8 г/л в Томь-Усинском и до 6,5 г/л в Ерунаковском (рис. 2 в, г). Иногда определяющую роль в химическом составе подземных вод играет сульфат-ион. Его высокие содержания наблюдаются в окислении пирита (до 2,3 г/л). Кроме сульфат-иона с глубиной увеличивается значение хлор-иона до 4,2 г/л и воды становятся хлоридными, гидрокарбонатно-хлоридными (Томь-Усинский район).

В обоих районах прослеживается прямая вертикальная гидрогеохимическая зональность подземных вод, которая определена общей историей палеогидрогеологического развития бассейна. В связи с этим выделяются 3 зоны – активного, замедленного и весьма замедленного водообмена, которые тесно увязываются с гидродинамическими зонами.

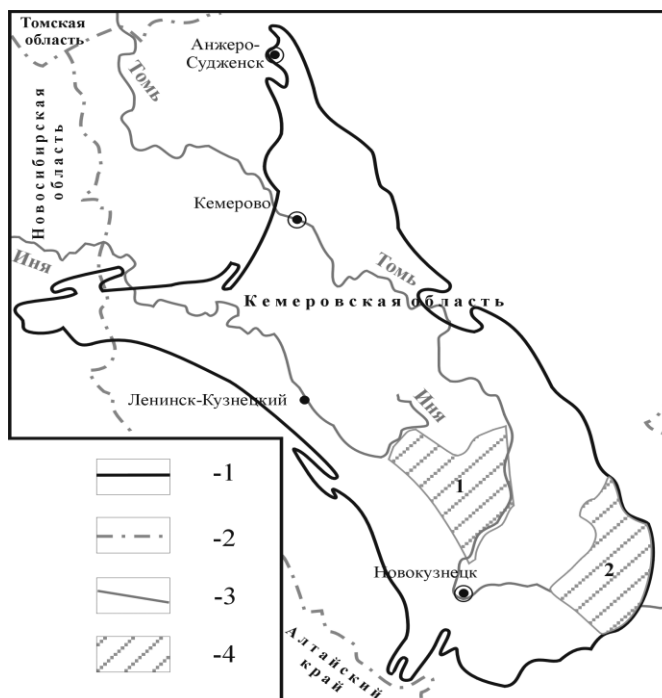


Рис.1. Схема размещения района работ  
1 – граница Кузнецкого угольного бассейна, 2 – граница Кемеровской области, 3 – реки, 4 – территории геолого-промышленных районов (1 - Ерунаковский, 2 – Томь-Усинский)

имеют  
с  
Томь-  
– от  
зонах,  
ниже  
вод.  
НСO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
в  
ион.  
зонах

Химический состав вод формируется в основном за счет инконгруэнтного растворения вмещающих алюмосиликатов по механизму гидролиза. Воды в основном гидрокарбонатные кальциевые, натриево-кальциевые с минерализацией от 0,3 до 0,9 г/л (среднее по районам 0,5 г/л), чаще нейтральные со средним значением pH 7,5 (табл.).

Следует отметить, что в отдельных случаях минерализация подземных вод может возрастать до 2 – 3 г/л и воды становятся гидрокарбонатно-сульфатными натриевыми, реже сульфатного-хлоридными. Подобная картина наблюдается на участках континентального засоления и является исключением. Таким же исключением являются и зоны техногенного загрязнения.

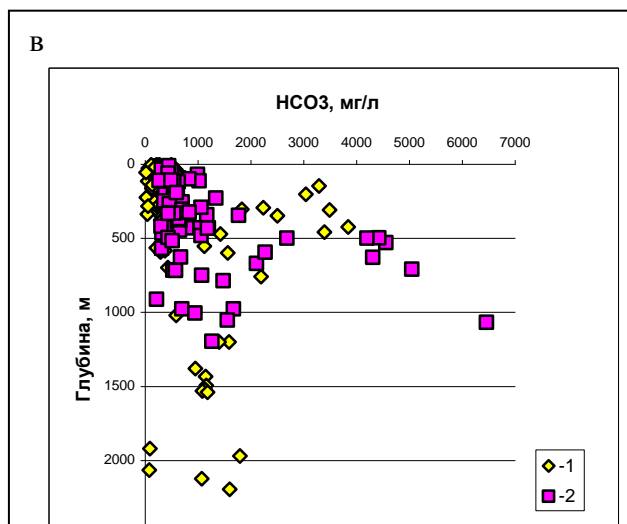
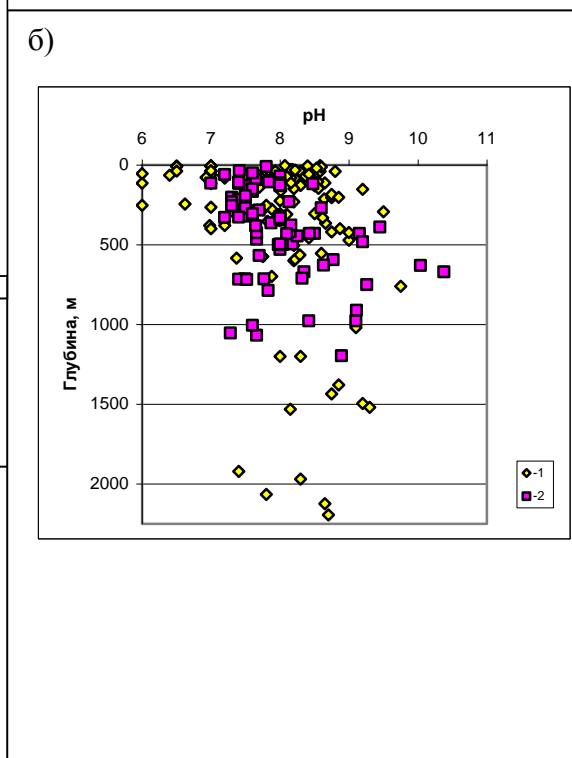
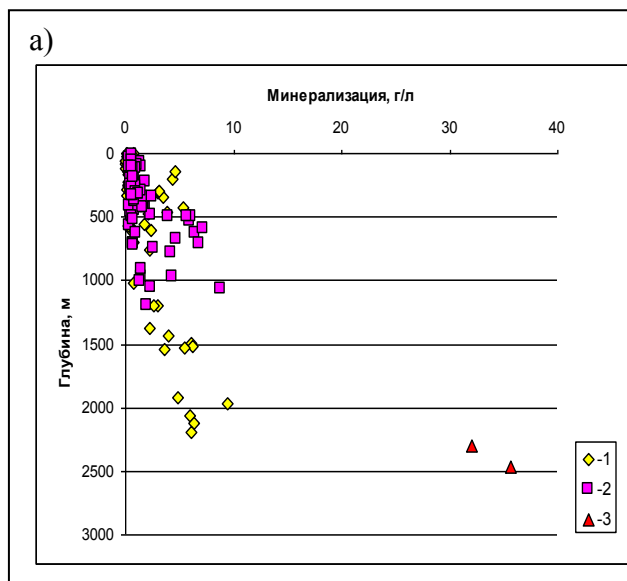
В зоне *замедленного водообмена* наблюдаются очень сложные гидрогеохимические процессы. В этой зоне развиты щелочные воды с pH до 10,38, гидрокарбонатные натриевые содового типа с минерализацией до 5 – 6 г/л. Минерализация увеличивается главным образом за счет  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$  и незначительно за счет  $\text{Cl}^-$ ; содержание  $\text{Ca}^{2+}$  наоборот, уменьшается до 0,02 г/л (табл.).

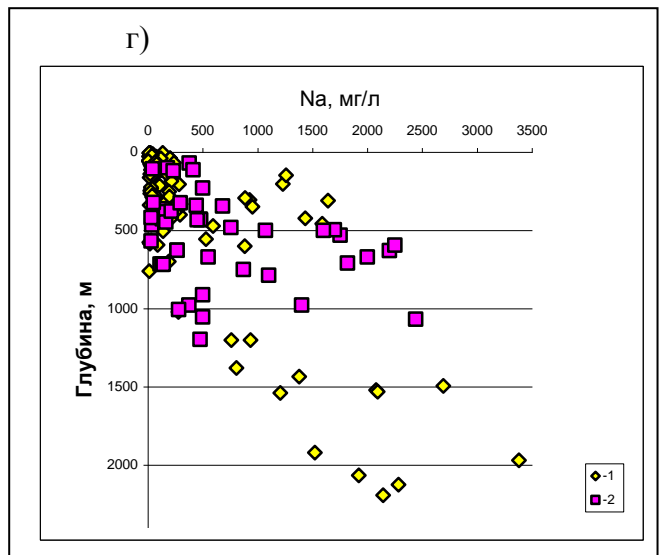
Кроме того, локально распространены сульфатные натриевые воды, минерализация которых доходит до 9,5 г/л. Подобные воды, например, отмечаются на территории Талдинского участка (Ерунаковский район). Наблюдаемая картина связана с тем, что источником этого сульфат-иона, скорее всего, служат сульфиды (пирит), окисление которых и приводит к появлению в водах этого иона, что подтверждается, в частности, более низкими значениями pH вод в интервалах с наиболее высокими содержаниями сульфат-иона.

Следует отметить, что подземные воды такого состава обогащены еще и хлор-ионом (табл.). Такое возможно, если, с окислением сульфидов происходит частичное испарение воды в случае подземного пожара.

Подземные воды зоны *весьма замедленного водообмена* – это воды хлоридного, гидрокарбонатно-хлоридного типа (содержание  $\text{Cl}^-$  до 11 г/л,  $\text{HCO}_3^-$  до 10,9 г/л) с преобладающим катионом – натрием (до 12 г/л) (табл.). Именно по переходу гидрокарбонатных натриевых вод в типичные минерализованные хлоридно-натриевые и устанавливается граница между зонами замедленного и весьма замедленного водообмена. Зона весьма замедленного водообмена вскрыта в нескольких точках структурно-поисковыми скважинами на нефть и газ, в которых установлены рассолы с минерализацией 35 г/л (Гидрогеология СССР, 1972).

Таким образом, в зоне активного водообмена развиты воды гидрокарбонатные, кальциевого, натриево-кальциевого, реже магниевого типов. В зоне замедленного водообмена воды преимущественно гидрокарбонатные натриевые (содовые), однако на глубине более 1400 м появляются хлоридные и сульфатные натриевые воды. В зоне весьма замедленного водообмена распространены хлоридные натриевые рассолы.





**Рис. 2. Изменение состава подземных вод в Томь-Усинском и Ерунаковском районах с глубиной.**  
 1 – Томь-Усинский район; 2 – Ерунаковский район; 3 – Абашевская структура

Таблица

**Осредненный химический состав подземных вод различных зон водообмена Ерунаковского и Томь-Усинского районов, мг/л**

Примечание: в числителе минимальное значение, через тире – максимальное, в знаменателе – среднее.

Район	Глубина нахождения, м	pH	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Общая минерализация
Водообмен активный									
Ерунаковский	<u>&lt;35-&lt;500</u> 300	<u>7,3-8,0</u> 7,62	<u>7,6-202</u> 70,2	<u>14,2-117</u> 65,2	<u>3,8-58,0</u> 23,3	<u>2,1-17</u> 6,1	<u>0,1-16,5</u> 4,2	<u>265-701</u> 484	<u>389 - 944</u> 659
Томь-Усинский	<u>50 – 600</u> 400	<u>6,0-8,01</u> 7,29	<u>11,7-54,7</u> 28,3	<u>0,14-65,3</u> 35,2	<u>8,5-27,9</u> 18,3	<u>2,8-9,1</u> 5,1	<u>6-178</u> 27	<u>42,7-409</u> 230	<u>76 - 554</u> 317
Среднее для районов		7,5	49,3	50,2	20,8	5,6	15,6	357	488
Водообмен замедленный									
Ерунаковский	> 35->1200	<u>7,8-10,38</u> 8,65	<u>179-2441</u> 1153,4	<u>1,8-63,1</u> 16,47	<u>0-37,1</u> 8,23	<u>7-460</u> 108	<u>0,8-2034</u> 201,69	<u>671-6462</u> 2398	<u>1006 - 8848</u> 3906
Томь-Усинский	>50 – 2400	<u>8,3-9,5</u> 8,75	<u>69,6-3381</u> 1550	<u>3,6-42,1</u> 19,47	<u>0,6-29,8</u> 9,64	<u>3-4200</u> 1352	<u>1,1-2380</u> 203,3	<u>238-3842</u> 1385,3	<u>373 - 9480</u> 4485
Среднее для районов		8,7	2703	18	8,94	730	202,5	1892	4196
Водообмен весьма замедленный									
Абашевская антиклинальная структура	>2400	–	12 020	35	16,7	10 982	1 748	10 956	35 007

Литература

1. Гидрогеология СССР. Кемеровская область и Алтайский край. – М.: Недра, 1972. – Т.17. – 398 с.
2. Карасевич А.М., Хрюкин В.Т., Зимаков Б.М. и др. Кузнецкий бассейн – крупнейшая сырьевая база промышленной добычи метана из угольных пластов. – М.: Изд-во Академии горных наук, 2001. – 64 с.
3. Полянский О.П., Ревердатто В.В., Фомин А.Н. Модельные реконструкции погружения в Кузнецком осадочном бассейне // Геология и геофизика. – М., 2004. – Т. 45. – № 6. – С. 678 – 687.

**ФОРМЫ МИГРАЦИИ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА В ВОДАХ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА**

**В.А. Душкина**

Научный руководитель доцент Е.К. Дутова

**Актуальность.** В настоящее время вопрос миграции химических элементов в болотных водах приобретает все большую значимость в связи с промышленным освоением заболоченных районов. Данная деятельность ведет к вовлечению в использование природных вод, следовательно, необходимо знать состав этих вод и, непосредственно, формы миграции, наличествующие в болотных водах. Эту информацию необходимо иметь для выбора методов водоподготовки при водоснабжении, а также для составления картины фоновго состава болотных вод, который понадобится в качестве эталона при оценке антропогенного влияния при последующем освоении территории.

**Цель.** Целью данной работы являлось изучение состава болотных вод, а также выявление основных форм миграции химических элементов.

Для достижения данной цели должны быть выполнены следующие задачи.

1. Изучение состава природных вод различных типов болотных ландшафтов.
2. Расчет форм миграции химических элементов.
3. Выявление закономерностей распределения форм миграции в зависимости от типа болот.

Отличие состава болотных вод заключается в низком уровне минерализации, а также в наличии большого количества органического вещества, находящегося в водах в растворенном состоянии. (Шварцев, 1998; Шварцев и др., 2002). Формирование химического состава болотных вод происходит в условиях влажного климата. Находиться элементы в водах могут в различных формах. Воды торфяной залежи представляют собой раствор, в котором в качестве растворителя выступает низкомолекулярная жидкость (вода), а растворенными веществами являются высокомолекулярные органические и минеральные компоненты в коллоидном, молекулярном и ионном состоянии. Органическое вещество болот представлено гумусовыми соединениями. Главными составляющими гумусового вещества являются гуминовые кислоты и фульвокислоты. Минерализация и уровень pH при переходе от верховых к переходным болотам увеличиваются. Наиболее кислыми являются воды верховых болот (pH=4,8), для вод переходных болот характерны pH=5,4; воды низинных болот являются наиболее щелочными (pH=6,3).

В данной работе рассматриваются формы миграции химических элементов в природных водах различных типов болотных ландшафтов: верховых, переходных и низинных.

В ходе работы произведена оценка форм миграции макро- и микрокомпонентов, содержащихся в болотных водах. Было выявлено, что макрокомпоненты мигрируют в основном в виде базовых ионов, микрокомпоненты имеют несколько иные формы миграции.

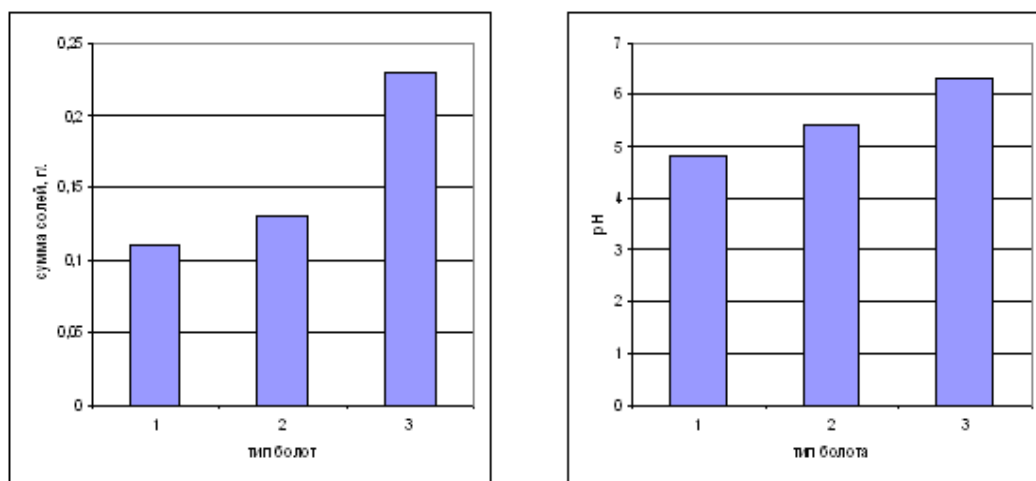


Рис. 1. Характеристика гидрогеохимических показателей в разных типах болот 1 – 3 типы болот: 1 – верховое; 2 – переходное; 3 – низинное

основного иона (90%); и в соединениях с гуминовыми кислотами – (1 – 10%); с фульвокислотами – (0,01 – 0,1%). Железо двухвалентное мигрирует в форме основного иона (50 – 70%); в соединении с фульвокислотами – (30 – 40%). Данные элементы в трехвалентном состоянии мигрируют, в основном, в виде гидроксидов. Следует отметить, что в условиях верховых болот  $Fe^{3+}$  мигрирует в комплексе с органическими кислотами на уровне первого десятка процентов (табл. 1, 2).

Таблица 1

Формы водной миграции Mn в разных типах болот, %

Формы миграции	верховое	переходное	низинное
Mn <sup>2+</sup>	90,902	91,994	88,735
(MnHCO <sub>3</sub> ) <sup>+</sup>	0,244	1,462	0,292
MnSO <sub>4</sub>	0,214	0,179	0,435
MnГК	8,510	6,218	2,205
MnФК	0,076	0,084	0,125
MnCl <sup>+</sup>	0,053	0,054	0,050
Mn <sup>3+</sup>	0,959	0,285	0,029

И

3  
микрокомпонентов были рассмотрены следующие:  
 $Fe^{2+}$ ,  
 $Fe^{3+}$ ,  
 $Mn^{2+}$ ,  
 $Mn^{3+}$ .  
Установлено, что  $Mn^{2+}$  мигрирует в форме

(MnOH) <sup>2+</sup>	99,020	99,600	97,972
(Mn(OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup>	0,014	0,049	0,486

Таблица 2

*Формы водной миграции Fe в разных типах болот, %*

Формы миграции	верховое	переходное	низинное
Fe <sup>2+</sup>	69,897	67,506	53,930
FeФК	29,741	31,357	38,488
(FeHCO <sub>3</sub> ) <sup>+</sup>	0,147	0,841	3,836
FeSO <sub>4</sub>	0,178	0,143	0,286
Fe <sup>3+</sup>	0,097	0,010	0,0001
(FeOH) <sup>2+</sup>	9,952	3,390	0,319
(Fe(OH) <sub>2</sub> ) <sup>+</sup>	80,229	94,700	89,361
Fe(OH) <sub>3</sub>	0,251	1,041	10,299
FeГК <sup>+</sup>	3,248	0,230	0,001
FeФК <sup>+</sup>	6,165	0,661	0,010

Количество мигрирующих комплексов с гуминовыми кислотами снижается при переходе от верховых болот к низинным болотам, а количество комплексов с фульвокислотами увеличивается. Доля органических соединений с железом и марганцем в болотных водах при их естественном состоянии невелика, содержание данных элементов в водах низкое. Однако при антропогенном воздействии на данной территории и непосредственно при нефтедобыче возможно попадание пластовых вод богатых железом. Вследствие этого процентное соотношение соединений железа с органикой существенно возрастет.

Литература

1. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – М.: Недра, 1998.
2. Шварцев С.Л., Рассказов Н.М., Сидоренко Т.Н., Здвижков М.А. Геохимия природных вод района Большого Васюганского болота. Современное состояние и процессы развития / Под ред. чл. – корр. РАН М.В.Кабанова. – Томск: Институт оптики атмосферы СО РАН, 2002. – С.139 – 150.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТОМЬ-ЯЙСКОГО  
МЕЖДУРЕЧЬЯ**  
**Ю.В. Колубаева**

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность исследований связана с вопросами изучения формирования химического состава природных вод и обоснованием их геохимических типов.

Основной целью исследований является изучение геохимии природных вод в условиях умеренного влажного климата в связи с выявлением механизма формирования геохимических типов вод.

В основу исследований положены материалы, полученные проблемной научно-исследовательской гидрогеохимической лабораторией ТПУ в составе поискового отряда Геоцентра ИГНД ТПУ в 2000 г.

На рассматриваемом участке было опробовано более 300 точек по рекам Киргизка, Каменка, М.Ушайка, Сухая, Ташма, Щербак, Омутная и их притокам. Анализ полученных данных показал, что на данной площади распространены воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые (88,4%), в небольшом количестве (11,3%) представлены гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды (в основном в бассейнах рек Ташма и Щербак). Воды рассматриваемого участка по величине общей минерализации являются умеренно пресными со средней минерализацией 487 мг/л, слабощелочными при средней величине щелочно-кислотного показателя – 7,99. Средние содержания большинства химических элементов (СанПин..., 1996) в природных водах Томь-Яйского междуречья не превышают предельно допустимые концентрации для питьевых вод (табл.).

Сравнение полученных средних значений элементов (табл.) по поверхностным водам района исследований с подземными водами зоны гипергенеза для умеренного влажного климата по С.Л. Шварцеву (1998) показывает, что в водах района отмечаются превышения по кальцию, барии и стронцию. Вместе с тем, в поверхностных водах района содержания Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> значительно меньше, а для большинства микрокомпонентов (благодаря их преимущественно литогенному поступлению в воды) таковые хорошо согласуются со средними значениями в водах зоны гипергенеза, о чем свидетельствуют одинаковые порядки содержаний данных элементов.

Механизм формирования состава вод может быть прослежен с позиций взаимодействий в системе вода – порода. В этой связи для объяснения условий формирования химического состава вод была исследована степень насыщенности вод относительно породообразующих минералов.

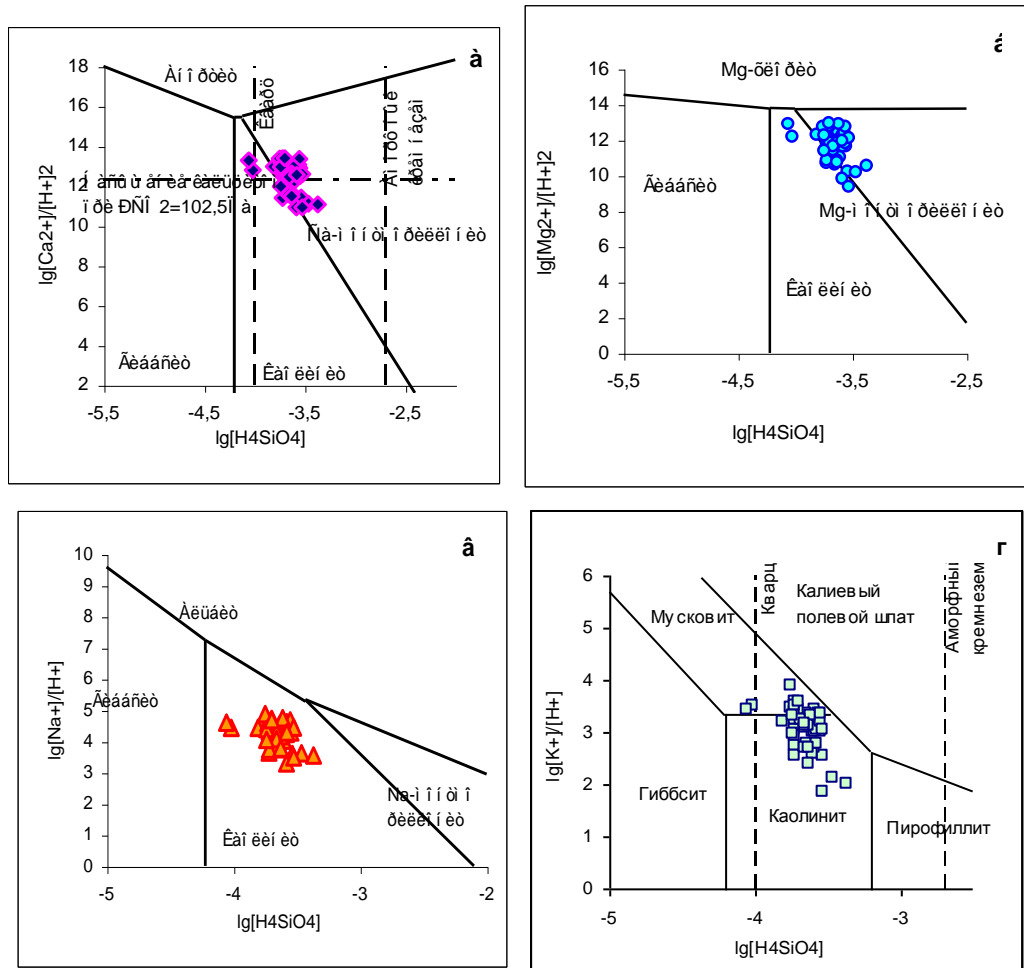
Таблица

*Содержание химических элементов в подземных водах Томь-Яйского водораздела*

Элемент	Средние содержания химических элементов	ПДК	Подземные воды зоны гипергенеза (по С.Л.Шварцеву, 1998)	Элемент	Средние содержания химических элементов	ПДК	Подземные воды зоны гипергенеза (по С.Л.Шварцеву, 1998)
pH (лаб.)	7,99	6 – 9	6,82	Na <sup>+</sup> , мг/л	11,97	200	23,8
Сумма, мг/л	487,34	1000	354	K <sup>+</sup> , мг/л	1,46		2,74
Жесткость, мг-экв/л	5,3	7		Fe <sup>об</sup> , мг/л	0,62	0,3	0,69
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	0,295	2,5	0,52	Si, мг/л	6,39	10	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,022	3,5	0,10	Ba, мкг/л	32,0	100	25,3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	2,05	45	2,13	Sr, мкг/л	319	7000	185
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	359,5	1000	222	Li, мг/л	0,0128	0,03	0,01
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	9,27	250	18,2	Cu, мкг/л	1,60	1000	4,85
Cl <sup>-</sup> , мг/л	4,9	350	15,9	Zn, мкг/л	28,2	1000	42,8
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	90,8	200	38,3	Cd, мкг/л	0,07	1	0,15
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	9,3	150	16,5	Pb, мкг/л	1,4	30	3,10

Принимая во внимание, что на данной территории наиболее широко распространены алюмосиликатные и карбонатные породы, играющие основную роль в обогащении подземных вод химическими элементами, исследована степень насыщенности вод относительно алюмосиликатных, карбонатных и сульфатных минералов на примере кальция, бария, стронция.

Взаимодействие вод с минералами вмещающих пород происходит в результате процессов конгруэнтного растворения преимущественно карбонатных минералов и инконгруэнтного – алюмосиликатных минералов.



**Рис.1. Диаграмма равновесия в системе вода – алюмосиликаты при стандартных условиях с нанесением данных по составу поверхностных вод центральной части Томь-Яйского междуречья: а – система  $\text{HCl-H}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}_2\text{-CaO-SiO}_2$ ; б – система  $\text{HCl-H}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}_2\text{-MgO-SiO}_2$ ; в – система  $\text{HCl-H}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}_2\text{-Na}_2\text{O-SiO}_2$ ; г – система  $\text{HCl-H}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}_2\text{-K}_2\text{O-SiO}_2$**

Для исследования характера равновесия природных вод центральной части Томь-Яйского междуречья относительно алюмосиликатов были построены соответствующие равновесные диаграммы (Плотникова, 2003; Романова и др., 2003).

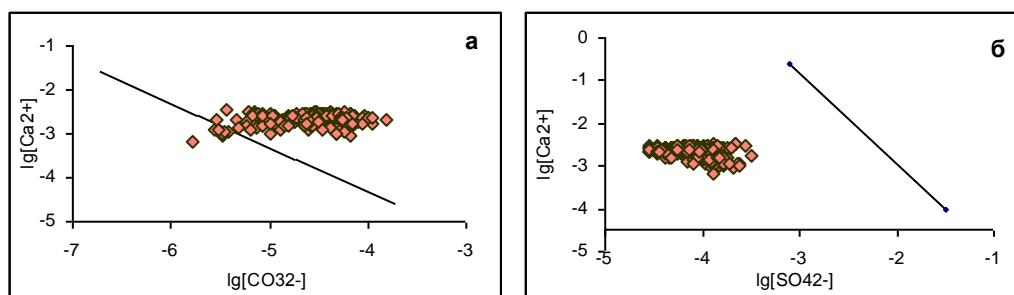


Анализ степени равновесия вод относительно алюмосиликатных минералов (рис. 1) показывает, что воды располагаются в полях устойчивости различных глинистых минералов: каолинита, Са-монтмориллонита и Mg-монтмориллонита, то есть все воды находятся в равновесии с каолинитом или монтмориллонитом, но не равновесны с альбитом и анортитом. На определенной стадии взаимодействия этой системы достигается насыщенность вод по отношению к карбонату кальция. Это способствует формированию щелочного карбонатно-кальциевого (содового) геохимического типа вод по С.Л. Шварцеву (Шварцев, 1998).

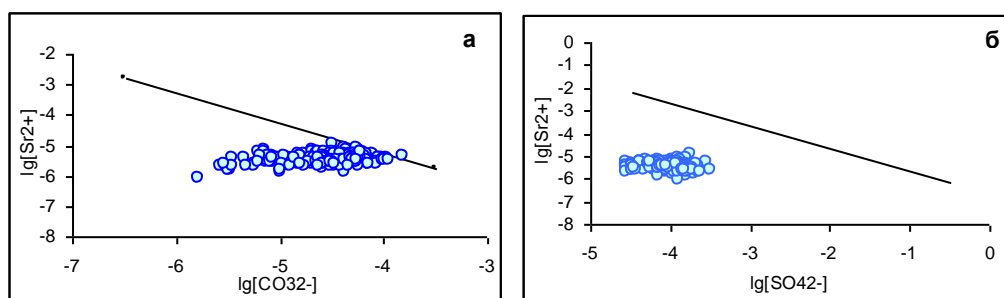
Процессы обогащения вод кальцием за счет растворения карбонатов можно представить на диаграммах равновесия поверхностных вод с кальцитом (рис. 2, а). Выполненные расчеты показали, что на диаграммах насыщения вод относительно карбоната кальция при температуре 25°C точки состава вод располагаются кучно, в основном над линией насыщения, что свидетельствует о достижении в водах пересыщения относительно карбоната кальция и о возможности его осаждения из вод. Часть вод недонасыщена относительно карбонатов кальция и способна выщелачивать его из водовмещающих пород.

Результаты изучения равновесия вод с гипсом (рис. 2, б) показали, что все воды не насыщены относительно гипса, и, следовательно, преобладают процессы концентрирования кальция и сульфат-иона за счет растворения карбонатов и серусодержащих минералов.

Изучение равновесия поверхностных вод центральной части Томь-Яйского междуречья со стронциевыми минералами выполнено на примере взаимодействия вод со стронцианитом и целестином (рис.3). Выяснено, что воды являются недонасыщенными относительно них.



**Рис.2. Равновесие кальцита (а) и гипса (б) с поверхностными водами центральной части Томь-Яйского междуречья при температуре 25°C**



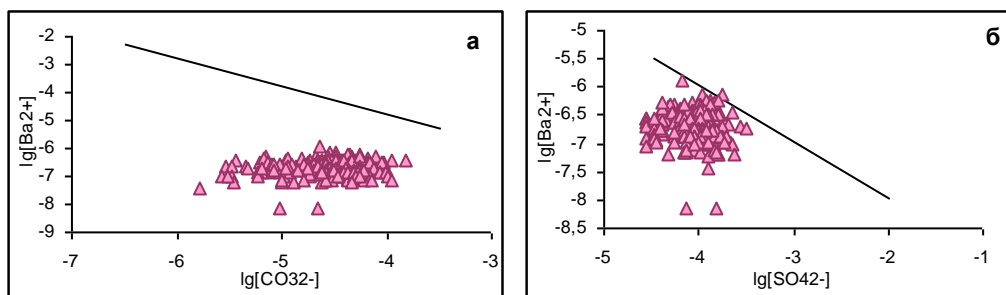
**Рис.3. Равновесие стронцианита (а) и целестина (б) с поверхностными водами центральной части Томь-Яйского междуречья при температуре 25°C**

Равновесие вод с бариевыми минералами было рассмотрено на примере взаимодействия вод с баритом и витеритом (рис. 4). Как видно из рисунка, равновесие вод района относительно витерита еще не достигнуто, а относительно барита некоторые пробы вод практически вплотную подошли к линии насыщения.

Проявившаяся стадийность в насыщении природных вод относительно различных карбонатных и сульфатных минералов может быть объяснена на основе анализа произведения активности этих минералов. Насыщение относительно минералов, имеющих наименьшие значения произведения активности, происходит раньше. Так, например, среди карбонатов выстраивается следующая цепочка насыщенности:  $\text{CaCO}_3$  -  $\text{SrCO}_3$  -  $\text{BaCO}_3$ , а среди сульфатных минералов следующая цепочка:  $\text{BaSO}_4$  -  $\text{SrSO}_4$  -  $\text{CaSO}_4$ .

Подтверждение сказанному мы видим на диаграммах равновесия относительно карбонатных и сульфатных минералов, где отчетливо проявляется очередность в достижении равновесия.

Результаты проведенных расчетов позволяют сделать вывод о том, что воды центральной части Томь-Яйского междуречья имеют разную степень насыщения относительно кальцита, стронцианита, витерита, гипса, целестина, барита. За счет растворения этих минералов в условиях недонасыщенности происходит концентрирование в водах соответствующих элементов. Вместе с тем, воды пересыщены относительно кальцита и происходит его осаждение из вод. Это способствует формированию содовых вод в условиях относительно замедленного водообмена, характерного для Колывань-Томской складчатой зоны.



**Рис. 4. Равновесие виверита (а) и барита (б) с поверхностными водами центральной части Томь-Яйского междуречья при температуре 25°C**

Таким образом, изучение особенностей формирования состава вод центральной части Томь-Яйского междуречья позволяет, согласно классификации С.Л. Шварцева (Шварцев, 1993), выделить следующие геохимические типы вод:

- *алюминиево-кремнистый* (к данному типу отнесены воды района, находящиеся в равновесии с каолинитом);
- *кремнисто-кальциево-магниево-* (к данному типу отнесены воды района, находящиеся в равновесии с минералами группы монтмориллонитов);
- *щелочной карбонатно-кальциевый (содовый)* (к данному типу отнесены воды района, находящиеся в равновесии с кальцитом).

#### Литература

1. Плотникова Ю.В. Оценка экологического состояния природных вод центральной части Томь-Яйского междуречья // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Седьмого Международного научного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 206 – 208.
2. Романова Т.И., Плотникова Ю.В. Оценка эколого-геохимического состояния природных вод центральной части Томь-Яйского водораздела // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Материалы научной конференции, посвященной 100-летию профессора Томского политехнического университета П.А. Удодова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – С. 261 – 265.
3. СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 111 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд. исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

### ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ЗМЕИНОГОРСКОГО И КУРЬИНСКОГО РАЙОНОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

**А.А. Коханенко, Т.Б. Третьякова, О.В. Арсеньева**

Научный руководитель старший научный сотрудник Н.К. Джабаров  
**Томский НИИ курортологии и физиотерапии, г. Томск, Россия**

Территория Змеиногорского и Курьинского районов расположена в юго-западной части Алтайского края в пределах западных отрогов Тигирекского хребта на стыке Алтайских гор с Предалтайской равниной. Часто юго-западную часть Алтайского края называют Горной Колыванью. Многочисленные впадины с озёрами, бугристые и грядовые формы рельефа слагают внешний облик районов.

Авторами совместно с сотрудниками Томского НИИ курортологии и физиотерапии в летний и осенний периоды 2004 г. проведено обследование территории Горной Колывани с целью выявления лечебных гидроминеральных ресурсов и оценки курортно-рекреационного потенциала территории. По результатам исследований интерес представляют наиболее крупные по площади озёра – Колыванское и Белое, а также подземные источники, расположенные на прилегающих к озёрам территориях. Классификация вод и донных отложений проведена согласно критериям оценки, установленными Минздравом РФ МУ № 2000/34 «Классификация минеральных вод и лечебных грязей для целей их сертификации».

Озеро Колыванское расположено в Змеиногорском районе. Длина озера 4 км, наибольшая ширина 2,5 км, площадь водного зеркала 440 га. Максимальная глубина озера 3 м. Озерная вода пресная, по составу гидрокарбонатная магниевое-кальциевая (табл.).

Согласно данным исследований, проведённых в испытательной лаборатории природных лечебных ресурсов (июль, 2004 г.), донные отложения озера Колыванское представляют собой ил темно-серого цвета, с поверхности разжиженный, однородной консистенции, без крупных включений и запаха. По органолептическим, физико-химическим показателям донные отложения озера Колыванское не соответствуют классификационным признакам лечебных грязей.

Озеро Белое расположено в Курьинском районе, имеет округлую форму, достигая в поперечнике 3 км. Площадь водного зеркала 295 га, средняя глубина озера 4 м, максимальная – до 8 м. Озерная вода пресная, по составу гидрокарбонатная магниевое-кальциевая (табл.). По органолептическим показателям донные отложения светло-серого цвета, желеобразной консистенции, однородной структуры, без крупных включений и запаха. Согласно критериям оценки лечебных грязей донные отложения озера Белое по основным органолептическим и физико-химическим показателям ориентировочно можно отнести к пресноводным сапропелевым грязям.

Наряду с озёрами были обследованы подземные источники, наиболее доступные и известные местным жителям. Источник № 1 расположен у южной окраины п. Саввушки Змеиногорского района. Подземная вода источника вытекает из разломной части гранитов. По органолептическим показателям вода источника пресная, без запаха, без цвета.

Из биологически активных соединений в воде источника № 1 выявлена метакремниевая кислота в количестве 44,6 мг/дм<sup>3</sup> при кондиции для минеральных кремнистых вод – 50 мг/дм<sup>3</sup>. Обнаружено содержание радона в воде от 102,3 до 110,7 Бк/дм<sup>3</sup> (табл.).

По минерализации и основному ионно-солевому составу вода источника № 1 относится к слабоминерализованным гидрокарбонатным кальциево-натриевым водам с нейтральной реакцией водной среды. Бальнеологическая ценность подземной воды источника № 1 может определяться наличием радона и повышенным содержанием метакремниевой кислоты.

По данным радиогидрогеологических исследований, проведённых Саввушинской поисково-съёмочной экспедицией, источник № 1 относится к району Секисовской аномалии, на территории которой выявлены радоновые кремнистые минеральные воды.

Таблица

Характеристика исследованных вод Змеиногорского и Курьинского районов (ТНИИКиФ, июль, 2004 г.)

Водопроявление	М,г/дм <sup>3</sup> рН	Химическая формула	Специфические компоненты, мг/дм <sup>3</sup>
Источник № 1, п. Саввушки Змеиногорский район	0,3 6,85	HCO <sub>3</sub> 77 Cl 13 SO <sub>4</sub> 10 ----- (Na+K) 49 Ca 39 Mg 12	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> - 45 Rn – 102-110 Бк/дм <sup>3</sup>
Источник № 2 оз. Кольванское Змеиногорский район	0,23 7,35	HCO <sub>3</sub> 81 SO <sub>4</sub> 19 ----- Ca 49 (Na+K) 27 Mg 24	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> - 29
Озёрная вода, оз. Кольванское Змеиногорский район	0,16 7,55	HCO <sub>3</sub> 100 ----- Ca 67 Mg 22 (Na+K) 11	
«Святой источник», г. Синюха Курьинский район	0,1 7,45	HCO <sub>3</sub> 83 Cl 17 ----- Ca 42 Mg 41 (Na+K) 17	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> - 20 Ag - 0,0057
Озёрная вода, оз. Белое, Курьинский район	0,26 8,15	HCO <sub>3</sub> 100 ----- Ca 56 Mg 25 (Na+K) 19	

Источник № 2 расположен в 300 м от западного берега озера Кольванское. Выход воды источника на поверхность не обнаружен, поэтому пробу воду отбирали из ручья, протекающего по заросшей кустарником местности.

Вода источника № 2 слабоминерализованная гидрокарбонатная магниевое-натриево-кальциевая по составу (табл.). Бальнеологическая ценность подземной воды может определяться наличием повышенного содержания метакремниевой кислоты (в пределах 30 мг/дм<sup>3</sup>).

В Курьинском районе на северном склоне г. Синюха - самой высокой точке Кольванского хребта, расположен «Святой источник», к которому приходят паломники, чтобы испить его воды. Источник изливается из скального выступа.

Слабоминерализованная гидрокарбонатная магниевое-кальциевая вода «Святого источника» содержит повышенное количество ионов серебра - 0,0057 мг/дм<sup>3</sup> (табл.).

Качество выявленных гидроминеральных ресурсов было оценено по санитарно-микробиологическим и радиологическим показателям. Удельная активность радионуклидов во всех исследованных пробах подземных вод, не превышает допустимые уровни (согласно гигиенических требований и норм радиационной безопасности).

Данные санитарно-микробиологического анализа показывают, что в летний период ОМЧ в донных отложениях озёр Кольванское и Белое превышает допустимые нормативы, что объясняется большой рекреационной нагрузкой на водоёмы. Санитарные показатели озёрной воды в летний период соответствуют нормативам. Что касается подземных вод, то в источниках №№ 1 и 2 выявлено присутствие колиформных бактерий. По остальным санитарно-микробиологическим показателям воды подземных источников соответствуют всем требованиям для минеральных питьевых вод.

Таким образом, гидроминеральные ресурсы Змеиногорского и Курьинского районов представлены пресными озёрами, пригодными для купания в тёплый период года, и подземными источниками различными по составу и содержанию специфических компонентов.

Приведенная краткая характеристика выявленных гидроминеральных ресурсов территории Горной Кольвани свидетельствует о потенциальных возможностях данного региона для создания курортно-рекреационной зоны. Благоприятный климат, живописные ландшафты и рациональное использование имеющихся природных лечебных ресурсов повысят туристско-рекреационную привлекательность района, как для местного населения, так и для жителей других регионов.

## ШЛАМОНАКОПИТЕЛИ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ОБИТАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Е.Ф. Лаптева

Научный руководитель доцент Н.Г. Наливайко

**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Шламонакопители являются постоянным техногенным источником негативного влияния на экологическое состояние водных объектов, а также на растительность и животный мир. Шламовые амбары предназначены для сбора и хранения отходов бурения и подлежат обязательной ликвидации после окончания строительства скважин. В настоящее время остро стоит проблема рекультивации шламовых амбаров. Особенно большое значение имеет разработка технологий восстановления шламовых амбаров вследствие высокой уязвимости природных экосистем к техногенным воздействиям в условиях замедленного самовосстановления. В процессе очищения особая роль принадлежит микрофлоре.

С целью изучения микрофлоры шламонакопителей автором были произведены исследования их химического и микробиологического состава. Для этого были отобраны пробы воды различных по возрасту и по составу шламовых амбаров месторождений Томской области (Стрежевское, Оленье, Катильгинское, Первомайское, Лонтыньяхское, Федюшкинское). Исследования проводились на основе материалов проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии УНПЦ «Вода» ИГНД Томского политехнического университета, а также на основе материалов, полученных в ходе самостоятельных микробиологических исследований.

Содержание химических компонентов влияет на распространение различных групп микроорганизмов, поскольку химические соединения создают среду обитания, определенные условия для их существования. В таблице приведен химический состав воды исследуемых амбаров. Воды шламовых амбаров отличаются высокой минерализацией, величина рН колеблется в пределах 5,9 – 8,2, суммарное содержание Na + К в некоторых пробах достигает 100 мг/л, несколько амбаров отличаются относительно небольшим их содержанием (до 70 мг/л). Содержание хлоридов, как правило, велико от 10 до 500 мг/л. Наличие нитратов и азота аммонийного свидетельствуют о протекающих процессах разложения органического вещества.

*Таблица*

*Результаты микробиологических наблюдений*

Название месторождения	№ пробы	Место отбора	Гетеротрофы, кл/мл	Автотрофы, кл/мл	Олиготрофы, кл/мл	Нефтеокисляющие, кл/мл
Стрежевское	0	Амбар, скв 16р	25000	34000	31000	54000
Оленье	17	Амбар, скв 302р	80000	68000	45000	4300
Катильгинское	21	Амбар	6000	10600	98000	24000
	24	Амбар	3000	24000	40000	1700
Первомайское	27	Амбар	3600	9000	6500	21000
	40	Амбар, скв 248р	16500	41000	38250	3300
	57	Амбар, скв 251р	13500	18200	29000	4900
	34	Амбар, скв 253р	30000	52600	57300	20600
	52	Амбар, скв 273р	3680	37000	44000	7200
	45	Амбар, скв 250р	45000	100000	49500	31000
Лонтыньяхское	30	Амбар, скв 64р	3400	36800	4200	19000
Федюшкинское	67	Амбар, скв 2р	23000	28500	23000	8000

Также был изучен комплекс физиологических групп микроорганизмов, которые осуществляют разложение органических соединений, в том числе нефтеокисляющих. В очищении воды от нефтяного загрязнения, как известно, основная роль принадлежит аэробным органотрофным микроорганизмам, которые для конструктивных целей и получения энергии используют различные органические вещества при наличии в среде свободного кислорода (Родина, 1965; Романенко и др., 1974).

В пробах воды нефтезагрязненных территорий выявлялись органотрофные анаэробные микроорганизмы: гетеротрофы и олиготрофы. Эти бактерии осуществляют деструкцию различных по составу органических веществ, но требуют различного их количества в среде. Гетеротрофы хорошо развиваются в среде, богатой легко гидролизующей органикой, содержащей органический азот. Результатом их деятельности являются различные продукты обмена: аммиак, органические кислоты, углекислый газ. Количество гетеротрофов достигает от 3000 до 80000 кл/мл, олиготрофов – от 4000 до 98000 микроорганизмов в 1 мл. Что касается распределения нефтеокисляющих, то их количество колеблется в пределах от 4000 до 50000 кл/мл.

При сравнении распределения нефтеокисляющих микроорганизмов и содержания нефтепродуктов, можно проследить, что увеличение органотрофной микрофлоры ведет к уменьшению содержания углеводов, и наоборот, относительно низким содержанием характеризуются шламонакопители с высокой концентрацией нефтепродуктов.

Оценивая шламовые амбары по возрасту, можно заметить, что незначительным содержанием характеризуются относительно «старые» шламовые амбары, закрытые около 30 лет назад. Такая же закономерность прослеживается в содержании органотрофной микрофлоры; минимальное содержание нефтеокисляющих микроорганизмов наблюдается в амбарах, характеризующихся высоким содержанием органотрофной микрофлоры, а также нефтеокисляющих микроорганизмов.

Западная Сибирь относится к районам с неблагоприятными почвенно-ландшафтными и природно-климатическими условиями с позиции самоочищающей способности природной среды, но на основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что углеводородоокисляющие микроорганизмы обладают высокой потенциальной способностью к окислению нефти, т.е. самоочищающая способность шламовых амбаров достаточно велика.

## Литература

1. Родина А.Г. Методы водной микробиологии (практическое руководство). – М. – Л.: Наука, 1965. – 363 с.
2. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л.: Наука, 1974. – 186 с.

# СОСТОЯНИЕ РАВНОВЕСИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ КАТУНИ С КАЛЬЦИТОМ, СИДЕРИТОМ И ДОЛОМИТОМ Ю.Ю. Лоханова

Научный руководитель профессор Н.М. Рассказов  
Томский филиал Института геологии нефти и газа СО РАН, г. Томск, Россия

Детальные исследования геохимии подземных вод лесной зоны Алтая были проведены в районе бассейна среднего течения р.Катуни в связи с проектированием Катунской ГЭС. Основными исполнителями являлись В.С. Кусковский, А.А.Лукин, Ю.Г.Копылова и Б. А.Воротников (Шварцев, 1996).

Воды бассейна среднего течения р.Катуни повсеместно пресные с минерализацией 0,07 – 0,7 г/л, по составу гидрокарбонатные кальциевые, имеют рН от 7,0 до 8,8. Тип водовмещающих пород практически не влияет на состав фоновых подземных вод (Шварцев и др., 1995).

В основном подземные воды горных областей являются слабоминерализованными. Их минерализация резко повышается только в том случае, если проявляются процессы континентального засоления. Они, как правило, нейтральные или слабощелочные. Кислые воды формируются только в том случае, когда протекают процессы окисления сульфидных минералов. Все это указывает на специфические условия формирования химического состава подземных вод в горных регионах. В наиболее общем виде это связано с тем, что в рассматриваемых условиях резко ослаблено кислотное влияние органического вещества, которое даже при низкой минерализации вод не успевает полностью нейтрализовать образующуюся в водах щелочность. Это полностью согласуется с фактами относительно низкого содержания органических кислот, а также  $\text{CO}_2$  (св.) в рассматриваемых водах.

Сложность и направленность протекающих в данной системе процессов, а также разнообразие и закономерности формирования вторичных минеральных фаз и геохимических сред, форм переноса, можно оценить на основе термодинамических расчетов с построением диаграмм стабильности минералов.

В работе для расчетов были использованы анализы химического состава подземных вод (400 проб), на основании которых с учетом пластовых давлений и температур и ионной силы раствора были рассчитаны активности компонентов с использованием программного комплекса HydrGeo. В основу гидрогеохимического моделирования положено понятие элементарных реакций, совокупность которых описывает анализируемые физико-химические природные процессы, на основе методов равновесной термодинамики и химической кинетики (Шварцев, 1998).

Расчет коэффициентов активности выполнялся по методу К.С.Питцера, который позволяет учитывать ионную силу раствора, комплексообразование и термодинамические параметры среды. В ходе моделирования геохимических процессов растворения-осаждения программа предусматривает возможность поддержания постоянной активности  $\text{CO}_2$  и изменения ТР-условий.

Направление преобразования минерального вещества пород в сложившихся гидрогеохимических условиях определялось с использованием фазовых диаграмм полей устойчивости минералов, построенных в различных координатах для температур 10 и 18<sup>0</sup>С и давления 0,1 МПа. Поскольку влияние давления на протекание описываемых реакций ничтожно мало, им можно пренебречь и рассматривать систему при 0,1 МПа. На полученных диаграммах (рис. 1 – 3) семейство прямых ограничивает поля устойчивости породообразующих минералов, являющихся устойчивыми в определенных гидрогеохимических условиях. Путем совместного рассмотрения различных диаграмм возможно выделить минеральные ассоциации, наиболее устойчивые в вышеописанных гидрогеохимических условиях, т.е. те, которые должны либо осаждаться из раствора, либо растворяться.

Как следует из вышесказанного, наиболее широко распространенными в разрезе осадочного бассейна являются вторичные карбонаты. Подземные воды среднего течения Катуня оказались близки к насыщению относительно кальцита, доломита и сидерита.

На диаграмму нанесены линии, отражающие произведение растворимости минералов при пластовой (6 – 10<sup>0</sup>С) и стандартной температуре, при стандартном давлении (изменение давления до пластового не оказывает влияния на растворимость этих минералов).

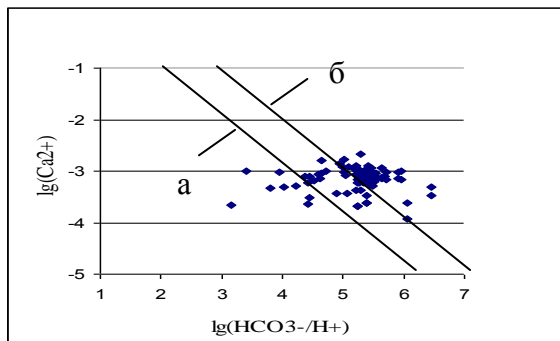
Рис. 1 отражает состояние карбонатного равновесия в реальных условиях. Из него видно, что значительная часть точек расположена в области пересыщения подземных вод кальцитом. В этом регионе исследований развиты вулканогенно-осадочные и карбонатные породы. Независимо от состава последних по мере движения воды от водоразделов к долинам растут общая минерализация вод, рН, содержание кальция и степень насыщенности воды относительно кальцита.

Диаграмма (рис. 2) с определенными допущениями может быть использована для оценки насыщенности воды по отношению к минералу сидериту, т.к. содержание изоморфно заменяющих  $\text{Fe}^{2+}$  катионов незначительно и соответствует стехиометрической формуле  $(\text{Fe}^{2+} \text{ nMe}^{2+}_{1-\text{n}})\text{CO}_3$ , для n не менее 0,85.

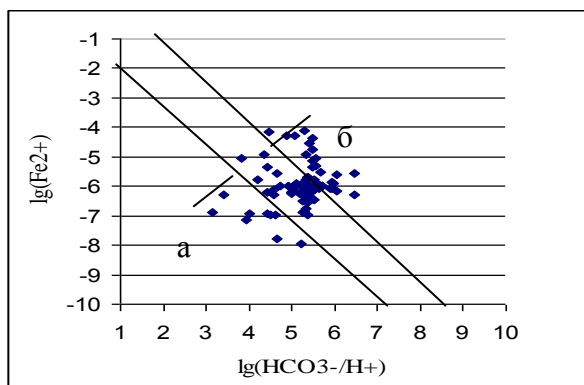
Анализ данных диаграмм показал, что для подземных вод среднего течения р.Катуни, при температуре 22 <sup>0</sup>С большая часть подземных вод пересыщена карбонатами кальция, магния и железа и склонна к их осаждению из раствора (рис. 1 – 3).

Влияние температуры, как одного из ведущих факторов литогенеза, на насыщенность вод относительно карбонатных минералов таково: прослеживается тенденция уменьшения параметра неравновесности вод относительно кальцита с ростом температуры. Для сидерита такая зависимость может быть принята с большой долей условности. Как известно, растворимость большинства карбонатов с ростом температуры уменьшается, что и приводит к выпадению в природных водах карбонатных минералов.

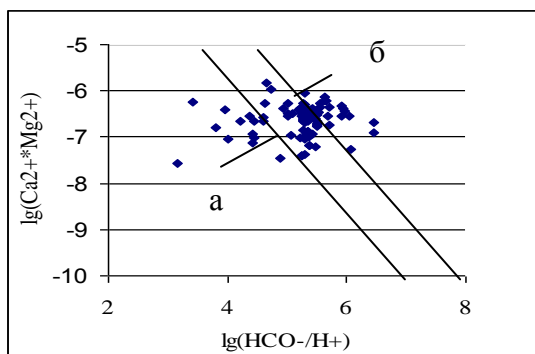
В результате проведенных термодинамических расчетов установлено, что подземные воды насыщены карбонатами, составляющими новообразованную вторичную твердую фазу, формирующуюся на протяжении всего времени взаимодействия в системе вода–порода. Изменения степени насыщенности относительно карбонатных минералов носят закономерный характер, который определяется такими параметрами гидрогеологической среды, как рН, температура, в меньшей степени минерализация подземных вод. Эти параметры зависят от степени метаморфизации вод и меняются с глубиной. При этом важно, что одним из ведущих факторов непрерывного вторичного карбонатообразования является неравновесное состояние вод с первичными алюмосиликатными минералами, слагающими обломочную матрицу пород (Шварцев, 1998), как источник поступления в воды необходимых для этого катионов.



**Рис.1.** Диаграмма равновесия подземных вод среднего течения Катунь и средних значений для горных областей с кальцитом при температуре 22 °С (а) и 10 °С (б) с нанесением данных по составу



**Рис.2.** Диаграмма равновесия подземных вод среднего течения Катунь и средних значений для горных областей с сидеритом при температуре 22 °С (а) и 10 °С (б)



**Рис.3.** Диаграмма равновесия подземных вод среднего течения Катунь и средних значений для горных областей с доломитом при температуре 22 °С (а) и 10 °С (б)

#### Литература

1. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydrGeo (Номер гос. регистрации алгоритмов и программ во ВНИИЦ №50980000051 ПК). – М.: ВНИИЦ, 1999. – 5 с.
2. Шварцев С.Л., Лукин А.А., Кусковский В.С. и др. Геохимические условия миграции ртути в подземных водах района проектирования Катунской ГЭС // Водные ресурсы. – М., 1995. – Т. 22. – № 1. – С. 50 – 59.
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергиза. -2е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РАЙОНЕ АЭРОПОРТА «БОГАШЕВО»

К.М. Макарова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Большие запасы воды на нашей планете кажутся неисчерпаемыми. Однако следует иметь в виду, что гидросфера – самая тонкая оболочка Земли. На воду во всех ее состояниях и во всех сферах приходится менее 0,001 массы планеты. Разное состояние и различные качества воды, а также особенности ее круговорота на Земле приводят к тому, что лишь незначительная часть запасов воды оказывается доступной и пригодной для практического применения (Шварцев, 1996; Экология..., 2000; Лотош, 2004).

Изучение использования и охраны природных вод района Аэропорта имеет важное практическое и научное значение в связи с ростом дефицита чистой воды на территории России и Томской области. Особые значения эти исследования приобретают вследствие роста водопотребления и водоотведения Аэропорта. Это связано, прежде всего, с ростом количества потребителей (ввод новых частных домов в эксплуатацию) и незначительным увеличением количества обслуживаемых воздушных судов в аэропорту «Богашево».

Население городка в районе аэропорта обеспечивается водой, добываемой предприятием ФГУП «ТомскАвиа». Водопользование осуществляется на основании лицензии на право пользования недрами для добычи подземных вод, выданной Министерством природных ресурсов по Томской области. Предприятие имеет собственный водозабор, состоящий из 7 артезианских скважин, вода которых используется для производственных и хозяйственно-бытовых нужд. Водопотребление составляет 1100 – 1200 м<sup>3</sup>/сут. Скважины забирают воду из водоносной зоны трещиноватых нижнекаменноугольных образований басандайской свиты (C<sub>1</sub>bs), в кровле которой залегают глины коры выветривания палеозойских пород мощностью от 7 до 25 м, а выше их – глины четвертично-палеогенового комплекса мощностью от 11 до 60 м. Водоносные отложения защищены от поверхностного загрязнения. Основными макрокомпонентами состава артезианских вод, добываемых этим водозабором, является гидрокарбонаты, кальций и магний. Следовательно, тип воды гидрокарбонатный магниевый-кальциевый.

Формула Курлова:

$$M0,45 \frac{HCO_3^- 99}{Ca^{2+} 67Mg^{2+} 26} pH7,8 OЖ7,4$$

Авиагородок, здание вокзала, гостиница, детский сад, амбулатория, производственные помещения снабжаются водой из скважин № 2 – 7. Вода по двум водоводам (1<sup>ый</sup> водовод – скв.2, 3, 4, 2<sup>ой</sup> водовод – скв.5, 6, 7) подается на станцию второго подъема, где происходит обезжелезивание, затем вода поступает в резервуар-накопитель (V = 400м<sup>3</sup>), а потом в разводящую сеть. Обезжелезивание артезианской воды происходит в фильтрах, заполненных щебнем (5 фильтров в работе, 2 в резерве). Склад ГСМ снабжается технической водой из скважины № 1, на территории которой находится бак-накопитель (V = 100 м<sup>3</sup>), где вода отстаивается и подается потребителю.

Лимит водоснабжения за год составляет примерно 371 тыс.м<sup>3</sup>. Из этого объема на нужды предприятия расходуется 228 тыс.м<sup>3</sup>/год воды, в том числе на производственные нужды 171,2 тыс.м<sup>3</sup>/год, на хозяйственно-бытовые нужды – 56,8 тыс.м<sup>3</sup>/год. Потребителям передается 143 тыс.м<sup>3</sup>/год, из которых сторонним организациям 9,2 тыс.м<sup>3</sup>/год, населению – 133,8 тыс.м<sup>3</sup>/год. Безвозвратные потери составляют 7 тыс.м<sup>3</sup>/год.

На очистные сооружения поступают хозяйственно-бытовые и промышленные воды. На балансе ФГУП «ТомскАвиа» находятся очистные сооружения с биологической очисткой сточных вод в биофильтрах. Эксплуатируются очистные сооружения с 1969 года. Проектная мощность очистных сооружений 800 м<sup>3</sup>/сут. Фактическая нагрузка на очистные сооружения составляет 800 – 850 м<sup>3</sup>/сут. Учет поступающих сточных вод проводится ежесуточно по уровнемеру КУ–12 с расшифровкой диаграмм. Схема очистки сточных вод аэропорта «Богашево» включает в себя решетки, песколовки, двухъярусный отстойник, приемный резервуар, станции перекачки, биологические фильтры, хлораторную, контактный резервуар, иловые площадки и смотровые колодцы.

Сточные воды от административных зданий авиапредприятия поступают на очистные сооружения самотеком, сточные воды от жилого комплекса перекачиваются на очистные сооружения КНС. Поступающие воды имеют высокие значения ХПК, БПК и азота аммонийного. Сточные воды проходят механическую очистку и поступают в резервуар объемом 10 м<sup>3</sup>, затем перекачиваются на биофильтры. На биофильтрах под воздействием микроорганизмов биопленки происходит окисление органических веществ до простых неорганических соединений. После биофильтров сточные воды вместе с отмершей биопленкой поступают в контактный резервуар, где происходит их дезинфекция под действием хлора. Сброс очищенных сточных вод осуществляется на заболоченную местность. Дополнительно туда же по ливневым канализациям без предварительной обработки сбрасываются воды от промывки фильтров с котельной и станции обезжелезивания, а также вода с пожарного депо. В процессе очистки увеличивается концентрация хлоридов, азота нитратного и нитритного. Многие из этих элементов повышают концентрацию; также увеличивается концентрация железа за счет поступления после очистки в воду стоков от промывки фильтров станции обезжелезивания. Происходит снижение запаха, взвешенных веществ, сухого остатка, прокаленного остатка, концентрации азота аммонийного, сульфатов, фосфатов, ХПК и БПК<sub>5</sub>. Уменьшение ХПК и БПК<sub>5</sub> свидетельствует о снижении концентраций органических веществ в сточных водах аэропорта «Богашево». Затем все смешанные сточные воды поступают в пропускной лоток под дорогой (выпуск № 1) и далее по ложбинам рельефа в реку Каменка. Под влиянием природных условий в сточных водах снижаются концентраций азота аммонийного, азота нитритного, азота нитратного, хлоридов, сульфатов, фосфатов, ХПК и БПК (Лукин, 1978).

При сбросе сточных вод в реку Каменка происходит их разбавление, вследствие чего снижаются концентрации загрязняющих веществ. В результате исследований установлено, что при смешении сточных вод аэропорта с водами реки Каменка происходит увеличение концентраций взвешенных веществ, ХПК, БПК<sub>5</sub>, азота аммонийного, азота

нитритного, азота нитратного, ионов железа, хлоридов, сульфатов, фосфатов. Сброс сточных вод в р. Каменка приводит к снижению качества вод реки ниже нормативных показателей.

Охрана природных вод в районе аэропорта «Богашево» включает в себя охрану подземных вод от загрязнения – создание зон санитарной охраны (ЗСО) на водозаборных скважинах, охрану поверхностных вод реки Каменка – очистка сточных вод, сбрасываемых в реку. ЗСО должны соответствовать «Положению о порядке проектирования и эксплуатации ЗСО источников водоснабжения и водоотведения хозяйственно-питьевого назначения». На данном этапе исследования установлено, что первый пояс ЗСО (зона строгих ограничений) не соблюден на двух скважинах в связи с близостью мичуринских участков. На других скважинах ЗСО соблюдена и огорожена. Для уменьшения влияния сточных вод на воды р. Каменка и для улучшения очистки сточных вод на предприятии ФГУП «ТомскАвиа» строится вторая очередь очистных сооружений.

Наиболее эффективным методом обеспечения рационального использования вод, контроля за состоянием гидросферы и ее взаимосвязи с различными компонентами окружающей природной среды, получения необходимой информации для обоснования и принятия управляющих решений является создание системы и проведение мониторинга водных объектов. Мониторинг осуществляется на основе «Положения о ведении государственного мониторинга водных объектов» (Постановление правительства РФ № 307 от 14.03.97 г.) и Федерального закона РФ «Об охране окружающей среды» (№ 7 – ФЗ от 10.01.2002 г.). Пункты мониторинга поверхностных вод организуют в местах значительного загрязнения, которое является результатом хозяйственной деятельности человека. При наличии организованного сброса сточных вод один створ располагается на 0,5 – 1 км выше сброса (он считается фоновым), другой – ниже по течению (его расположение зависит от особенностей смешения вод). Наблюдение за состоянием поверхностных вод р. Каменка ведется по следующим параметрам: гидрометрические наблюдения (глубина, скорость течения, расход), гидрохимические и гидробиологические наблюдения (за качеством воды). Содержание мониторинга участков водозаборов, эксплуатируемых одиночными скважинами и небольшими групповыми водозаборами, определяется весьма незначительным влиянием эксплуатации на уровень и баланс подземных вод, которое локализуется в ближайших окрестностях скважины. Изменение качества подземных вод при соблюдении регламента хозяйственной деятельности в зоне санитарной охраны маловероятно. Влияние эксплуатации на другие компоненты природной среды практически исключено. В комплекс режимных наблюдений на водозаборе аэропорта входят наблюдения за гидродинамическим и гидрогеохимическим режимами подземных вод. Изучение гидродинамического режима пресных подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта включает наблюдения за дебитами (расходами), уровнями и температурой подземных вод. Изучение гидродинамического режима грунтовых вод включает наблюдения за уровнями и температурой подземных вод. Изучение гидрогеохимического режима пресных подземных вод эксплуатируемого водоносного горизонта включают наблюдения за качеством подземных вод.

Для успешного решения проблем водного хозяйства необходимо проведение целого комплекса исследований. Важной задачей является оценка не только количества, но и качества вод водных объектов для обеспечения объектов экономики водными ресурсами, удовлетворения потребности населения в воде питьевого качества, стабилизации состояния водных объектов и сооружений на них. С целью рационального использования подземных вод необходимо следовать нормативно-правовым актам и усилить меры по соблюдению требований эксплуатации существующих водозаборов.

#### Литература

1. Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2001. – 540 с.
2. Лукиных Н.А., Липман Б.Л., Криштул В.П. Методы доочистки сточных вод. – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1978. – 156 с.
3. Экология города: Учебник. – Киев: Либра, 2000. – 464 с.
4. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология: Учебн. для вузов. – М.: Недра, 1996. – 423 с.

### **ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАХТНЫХ ВОД ГУКОВСКОГО РАЙОНА ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

**О.С. Мельник**

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

*Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия*

Восточный Донбасс – один из крупнейших угледобывающих регионов Европейской части России и важнейший источник энергетических ресурсов Ростовской области. Антропогенные нагрузки обусловили здесь формирование мощных потоков высокоминерализованных шахтных вод, которые, загрязняя все виды природных вод, делают невозможным их хозяйственное использование, вызывают массовую гибель зоо- и фитопланктона. Поэтому необходимо рассмотреть закономерности формирования химического состава шахтных вод.

Анализ закономерностей формирования химического состава вод угольных шахт Гукковского района Восточного Донбасса показал, что существует четыре главных гидрогеохимических направления формирования химического состава шахтных вод Гавришин и др., 1994; Гавришин, 2003; Гавришин и др., 2003; Гавришин и др., 2004). Исходные нейтральные гидрокарбонатно-сульфатные подземные воды верхней зоны интенсивного водообмена (минерализация 1 – 2 г/л) в горных выработках преобразуются по первому гидрогеохимическому направлению в кислые сульфатные воды с минерализацией обычно до 5 г/л и высокими содержаниями Fe, Mn, Al и др. металлов; после ликвидации угольных шахт «мокрым» способом минерализация вод может повыситься до 17 – 20 г/л. По второму гидрогеохимическому направлению гидрокарбонатно-сульфатные воды переходят в нейтральные хлоридно-сульфатные с минерализацией до 5 – 6 г/л и по третьему гидрогеохимическому направлению происходит образование слабощелочных сульфатно-хлоридных вод с минерализацией на отдельных шахтах до 8 – 10 г/л. Для четвертого гидрогеохимического направления установлено преобразование исходных гидрокарбонатно-сульфатных вод в хлоридные натриевые содовые умеренноминерализованные (до 3 – 4 г/л), с пониженными концентрациями Ca и Mg.

При обобщении гидрогеохимической информации по водам шахт Гукковского района, были оделены средние содержание, медиана, минимальные и максимальные значения, стандартное отклонение (табл. 1). Шахтные воды имеют



ряд особенностей: Воды в среднем по составу сульфатные натриевые, но в некоторых случаях имеют место воды сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые. Колебания минерализации шахтных вод изменяются от 1,4 г/л до 5,8 г/л; средняя минерализация составляет 3,2 г/л. Воды являются нейтральными с высокими значениями pH.

Таблица 1

**Химический состав шахтных вод Гуковского района, (мг/л)**

Показатели	$\bar{X}$	Me	Xmin	Xmax	S
pH	6,4	7,3	2,6	8,4	0,3
HCO <sub>3</sub>	201	185	0	562	25
SO <sub>4</sub>	1794	1620	611	4136	133
Cl	267	240	42	960	29
Ca	117	101	22	304	10
Mg	204	197	21	387	11
Na	639	604	161	1654	48
M	3167	3000	1420	5760	150

Примечание:  $\bar{X}$  – среднее арифметическое, Me – медиана, Xmin – минимальное значение, Xmax – максимальное значение, S – среднее квадратичное отклонение, M – минерализация.

Анализ корреляционных связей (табл. 2) показал, что сильную корреляционную связь с минерализацией имеют SO<sub>4</sub>, Na и далее по мере убывания силы связи следуют pH и HCO<sub>3</sub> (отрицательные), Ca, Mg. Для SO<sub>4</sub> отмечены отрицательные корреляционные связи с pH, HCO<sub>3</sub>, Cl; положительные с M, Na, Mg и Ca. С HCO<sub>3</sub> отрицательную корреляционную связь имеют SO<sub>4</sub>, M, Mg и Na; положительную Cl.

Таблица 2

**Значения парных коэффициентов корреляции между компонентами химического состава шахтных вод Гуковского района**

Показатели	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	M
pH	1,00	0,70*	-0,76*	0,30*	-0,03	-0,40*	-0,62*	-0,64*
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,70	1,00	-0,67*	0,50*	-0,12	-0,37*	-0,33*	-0,41*
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,76*	-0,67*	1,00	-0,40*	0,31*	0,45*	0,83*	0,91*
Cl <sup>-</sup>	0,30*	0,50*	-0,40*	1,00	0,04	-0,11	0,01	-0,06
Ca <sup>2+</sup>	-0,03	-0,12	0,31*	0,04	1,00	-0,22	0,29*	0,41*
Mg <sup>2+</sup>	-0,40*	-0,37*	0,45*	-0,11	-0,22	1,00	0,10	0,38*
Na <sup>+</sup>	-0,62*	-0,33*	0,83*	0,01	0,29*	0,10	1,00	0,91*
M	-0,64*	-0,41*	0,91*	-0,06	0,41*	0,38*	0,91*	1,00

В результате использования многомерного классификационного анализа (Гавришин, Корadini, 1994), (компьютерная технология АГАТ) в химическом составе 49 проб шахтных вод шахт Гуковского района выделено одиннадцать однородных таксонов, которые относятся к трем гидрогеохимическим направлениям: I, II, IV (табл. 3). В первом направлении мы получили восемь видов, во втором два и в третьем один.

Гидрогеохимические виды, слагающие первое направление, изменяются по составу от относительно умеренных до сильно кислых, с минерализацией от 2,2 г/л до 5,7 г/л, с содержанием SO<sub>4</sub> от 1,1 г/л до 3,9 г/л, по составу изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных магниевых-натриевых до сульфатных магниевых-натриевых. При переходе от одного гидрогеохимического вида к другому закономерно увеличивается минерализация вод, содержания SO<sub>4</sub>, Na и уменьшаются HCO<sub>3</sub> и величина pH. Данное направление включает в себя аномальный вид – А0.1, где прослеживаются высокие содержания минерализации, SO<sub>4</sub> и Na.

Второе гидрогеохимическое направление состоит из двух видов с водами в среднем по составу хлоридно-сульфатными натриевыми с довольно большой неоднородностью содержаний компонентов: SO<sub>4</sub> (0,7 – 1,9 г/л), Na (0,5 – 0,8 г/л), минерализацией 2,2 – 3,99 г/л. Воды данного направления в среднем имеют нейтральную реакцию среды (табл. 3).

Четвертое направление связано с особым гидрогеохимическим видом. В его составе в среднем выявлены гидрокарбонатно-сульфатные натриевые воды, умеренноминерализованные (до 2,4 г/л), с пониженными концентрациями Ca и Mg.

Таблица 3

**Средний состав гидрогеохимических типов по направлениям**

Направление	Вид	N	Показатели, мг/л							
			pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	M

I	1.01	6	7,5	314	1570	298	70,8	200	656	3120
	1.02	6	7,6	150	1100	273	96,7	178	342	2150
	1.04	6	7,3	242	1320	214	115	243	293	2430
	1.05	5	7,2	188	1710	227	168	150	608	3050
	2.01	4	5,1	0	2380	117	77,1	241	731	3340
	2.02	3	2,9	0	2200	118	55,9	252	644	3380
	3.01	4	2,7	0	3690	187	134	307	1250	5060
	A0.1	2	3,4	0	3856	134	245	184	1422	5735
II	4.01	5	7,3	277	1930	537	218	198	820	3990
	0.01	3	6,8	312	733	513	72	163	447	2230
IV	1.03	5	7,9	473	994	232	76	148	475	2390

Образование первого гидрогеохимического направления формирования химического состава шахтных вод связано с развитием интенсивных процессов окисления серы (в первую очередь пирита), содержащейся в значительных количествах в углях и вмещающих породах.

Второе гидрогеохимическое направление обусловлено процессами притока в горные выработки подземных минерализованных хлоридно-натриевых вод при углублении отработки угольных пластов (обычно более 500 м).

Четвертое направление характеризуется притоком в шахты Гуковского района Восточного Донбасса слабоминерализованных подземных вод содового типа.

#### Литература

1. Гавришин А.И., Мельник О.С. Проблемы геологии, полезных ископаемых и рационального недропользования // Сб. трудов конф. Проблемы геологии и недропользования Южного Фед. округа. – Новочеркасск, 2004. – С. 27 – 28.
2. Гавришин А.И., Корadini А. Проблемы современной гидрогеохимии // Сб. трудов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Е.В. Посохова. – Новочеркасск, 2003. – С. 12 – 14.
3. Гавришин А.И., Климова Н.А. Гидрогеохимические закономерности формирования шахтных вод Восточного Донбасса // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – М., 2003. – № 6.
4. Гавришин А.И., Корadini А., Мохов А.В., Бондарева Л.И. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 188 с.
5. Гавришин А.И., Корadini А. Многомерный классификационный метод и его применения при изучении природных объектов. – М.: Недра, 1994. – 98 с.
6. Докукин А. В., Докукина Л.С. Возникновение кислотных рудничных вод и борьба с ними. – М.: Углетехиздат, 1950.

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СТОКА ВОДОСБОРОВ ЦЕНТРАЛЬНИНСКОГО ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА (КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)**

**А.Н. Никитенков**

Научный руководитель доцент Е.М. Дутова  
*Томский политехнический университет, Россия*

Проблема оценки качественных и количественных характеристик водных ресурсов в районах разработки месторождений полезных ископаемых стоит достаточно остро, особенно в районах с горной промышленностью, развитой на базе малых населенных пунктов, где практически не соблюдается баланс между сохранением водоснабжения населения водой требуемого качества и водоотведением горнодобывающих предприятий.

Цель данной работы – характеристика закономерностей изменения подземного стока с водосборов исследуемого района. Она включает в себя исследование водосборов рек различных порядков, а также зависимостей между стоком и геоморфологическими параметрами водосборов, такими как форма водосбора, уклоны поверхностей, длина водного потока и т.п. Решение данной задачи осуществлялось при помощи обработки данных в ГИС ArcView 3.2a и Surfer 8.0.

Центральнинский гранитоидный массив, расположенный в условиях горно-таежного ландшафта Кузнецкого Алатау, имеет отчетливо выраженное концентрически-зональное строение. В пределах массива находится шесть водосборов рек пятого порядка, включающих в себя достаточно разнообразную речную сеть, представленную более чем тремястами мелкими водотоками. Здесь на площади порядка 200 км<sup>2</sup> отрядом ПНИЛ гидрогеохимии ТПУ в меженный период проведена гидрогеохимическая съемка масштаба 1:50000, в процессе которой пробы отбирались из мелких водотоков, родников, скважин и горных выработок. Параллельно с отбором проб для определения химического состава вод проводились гидрометрические и морфоструктурно-гидрогеологические исследования, в ходе которых велись замеры абсолютных высот точек опробования. Всего в ходе полевых работ отобрано и проанализировано порядка 400 проб воды. Характер водной поверхности рек 2-го порядка приведен на рис 1. Результаты проведенных исследований были использованы для выполнения данной работы (Дутова, 1983).

На основе полученных в результате вышеописанных исследований исходных материалов была создана база данных в Microsoft Excel, включающая информацию о привязке точек опробования природных вод, их абсолютные высоты, данные по их микро- и макрокомпонентному составу, а также гидрологические характеристики рек и водосборных бассейнов в пределах которых отбирались данные пробы. Полученная база данных была проанализирована и оптимизирована путем удаления некорректных данных в целях минимизации возможных ошибок, получаемых при интерпретации результатов последующего анализа. Далее при помощи множественной линейной регрессии и корреляции (метод включен в «пакет анализа» Microsoft Excel) были проанализированы зависимости между модулем стока водосборных бассейнов и такими параметрами водосборов, как порядок речной долины, длина потока, высота области разгрузки подземных вод, высота области питания, ширина потока, уклон потока, коэффициент, отражающий плотность речной сети (отношение площади водосбора к длине водотока).

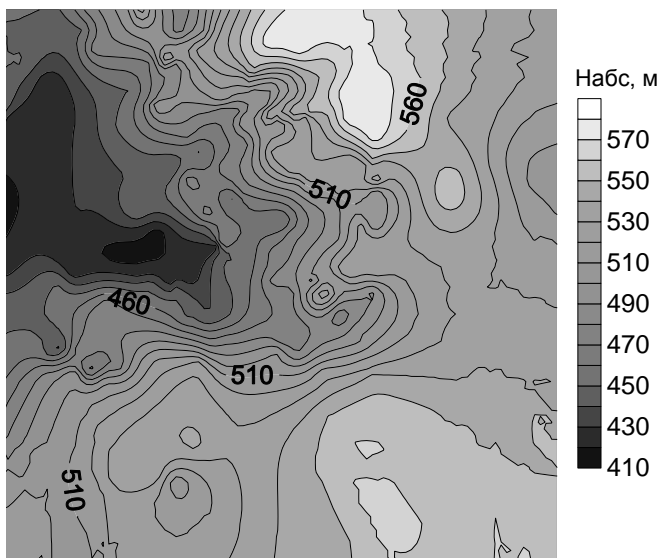


Рис.1. Карта изобазит водной поверхности 2-го порядка

Как результат, получены регрессионные уравнения, описывающие зависимость модуля стока от параметров водосборов. Обобщенные данные по регрессионным зависимостям модуля стока от геоморфологических параметров для водосборов исследуемого района представлены в таблице.

Таблица

Уравнения, описывающие связь модуля подземного стока с параметрами рельефа

В целом по району	$M_{ст} = -1,7 - 0,1PDOL + 0,00003DLP - 0,006H_{min} + 0,017H_{max} + 0,00005HIR + 16,4UKL - 1067S/DLP$	Множественный $R^2=0.21$ , $N=94$
Бассейны 2-го порядка	$M_{ст} = 73,9 - 0,00095DLP - 0,03H_{min} - 0,09H_{max} + 0,0008HIR - 52UKL - 1673S/DLP$	Множественный $R^2=0.66$ , $N=21$
Бассейны 3-го порядка	$M_{ст} = -6,7 + 0,00015DLP - 0,05H_{min} + 0,06H_{max} + 0,0013HIR + 32UKL - 2038S/DLP$	Множественный $R^2=0.36$ , $N=27$
Бассейны 4-го порядка	$M_{ст} = -22,8 + 0,00042DLP + 0,0013H_{min} + 0,032H_{max} - 0,0012HIR + 60,5UKL - 2722,5S/DLP$	Множественный $R^2=0.91$ , $N=17$
Бассейны 5-го порядка	$M_{ст} = 0,3 - 0,0012DLP + 0,04H_{min} + 0,014H_{max} - 0,0065HIR - 0,7UKL - 4474S/DLP$	Множественный $R^2=0.99$ , $N=5$

Примечание: PDOL – порядок долины, DLP – длина потока, м,  $H_{min}$  – высота появления источника,  $H_{max}$  – высота области питания, HIR – ширина потока, UKL – уклон потока, S – площадь водосбора.

Данные регрессионные уравнения были применены в качестве основы для построения расчетной модели для оценки модулей стока водосборов рек третьего, четвертого и пятого порядков. В результате применения данной модели построены карты распределения модулей стока по территории для объемов пород дренируемых соответственно реками с третьего по пятый порядки (рис 2).

Исследование степени влияния морфологических характеристик водосборов на количественные характеристики водных ресурсов в пределах водосборов рек определенных порядков проводилось с использованием подходов морфоструктурного анализа, разработанного А.А. Лукиным. Так, на основе данных о пересечениях рек с изолиниями высотных отметок были построены карты изобазит водной поверхности для водосборов рек первого, второго, третьего и четвертого порядков, наглядно отражающие степень влияния рельефа на количественные характеристики водных ресурсов и общее распределение стока при переходе от водосборов рек меньших порядков к водосборам рек больших порядков.

Также следует отметить, что применение подхода к комплексному анализу качественных и количественных характеристик водных ресурсов, разработанного в данной работе, представляется достаточно перспективным и относительно простым в

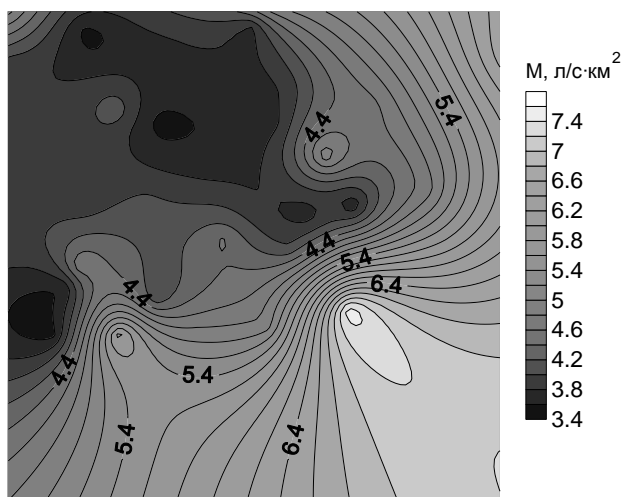


Рис. 2. Изолинии модулей стока, полученные по регрессионным уравнениям для водосборов 3-го порядка.

реализации (все используемые данные могут быть оперативно получены используя GPRS и данные космосъемки) и может применяться для любых других подобных объектов.

#### Литература

1. Дутова Е.М. Формирование и оценка водных потоков рассеяния зон золоторудной минерализации Северо-Западного Салаира: Диссертация на соискание ученой степени кандидата г.-м.н. – Томск, 1983. – 200 с.

## ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД РЕКИ УШАЙКА В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА ТОМСКА

Е.Ю. Пасечник

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Река Ушайка протекает через весь г.Томск и вбирает в себя как поверхностные стоки с городской территории, так и выпуски от различного рода объектов.

Целью данной работы является изучение влияния на химический состав реки Ушайки 4 выпусков и изучение общего влияния поверхностного стока в весеннее время и выпусков. Для этого были изучены химические анализы выпусков на пр. Комсомольский, на Ново-Киевской, на Красноармейской и на Каменном мосту. Для анализа общего влияния поверхностного стока с городской территории и выбросов были отобраны пробы равномерно по течению реки в весеннее время и проведен их химический и микробиологический анализы (Родина, 1965; Романенко, 1974). Состав и свойства воды выпусков существенно отличаются от воды р. Ушайка и во многих случаях не соответствуют ПДК для рыбопроизводства (табл 1).

Количество взвешенных веществ в выпусках превышает содержание взвешенных веществ в воде до и после выпуска. Окраска выпусков серая, запах фекальный и нефтепродуктов. Величина рН выпусков превышает рН воды до выпусков на пр. Комсомольский, на ул. Киевской. Среда выпуска на Красноармейской нейтральная, а на Каменном мосту - слабощелочная. Содержание сульфатов, хлоридов в выпусках превышает их содержание до выпусков во всех точках отбора проб. Содержание нитратов, нитритов выше в выпусках, чем до них.

Величина ХПК в выпусках во много раз превышает величину ХПК до них. Максимальная величина ХПК в выпуске на Каменном мосту. Величина БПК<sub>5</sub> в выпусках также превышает величину БПК<sub>5</sub> до них. Максимальная величина БПК<sub>5</sub> выпуска на Каменном мосту. Содержание поверхностно-активных веществ и нефтепродуктов в выпусках во много раз превышает их содержание в воде реки Ушайка до и после выпусков.

Содержание меди, цинка и марганца в воде реки Ушайка превышает ПДК рыбопроизводства. Содержание алюминия превышает ПДК для рыбопроизводства в воде выпусков на пр.Комсомольский и на Ново-Киевской; в воде реки и в выпусках ниже по течению оно меньше ПДК. Содержание никеля почти во всех точках выше ПДК.

Анализ проб воды, отобранных равномерно по реке Ушайка от д. Протопопово до места впадения в р. Томь показал ухудшение качества воды как по химическим (табл. 2), так и по микробиологическим (табл. 3) показателям.

Величина рН колеблется от 6,8 до 8. Содержание таких компонентов как  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  увеличивается от села Протопопово до устья. Т.о. за время прохождения через город Томск содержание  $\text{NH}_4$  увеличивается на 0,8 мг/л,  $\text{NO}_2^-$  на 0,06 мг/л,  $\text{SO}_4^{2-}$  на 6 мг/л,  $\text{Cl}^-$  на 25,5 мг/л.

Постоянно встречаются в воде р. Ушайка гетеротрофы, сапрофиты, нефтеокисляющие и сульфатредуцирующие микроорганизмы. Нитрифицирующие микроорганизмы встречаются эпизодически.

Таблица 1

Химический состав вод выпусков в р. Ушайка и их влияние на воду самой реки

Показатель	Выпуск на пр. Комсомольский	Ниже выпуска на пр. Комсомольский	Выше выпуска на ул. Ново-Киевской	Выпуск на ул. Ново-Киевской	Выше вып. на ул. Красноармейская ниже выпуска на ул. Ново-Киевской	Выпуск на ул. Красноармейская	Выше выпуска на Каменном мосту	Выпуск на Каменном мосту	Ниже выпуска на Каменном мосту
Прозрачность, см	0,5	6,5	4,8	0,8	6,5	0,9	7,0	<0,5	7,5
Окраска	Серая	Мутная	Мутная	Серая	Мутная	Серая	Сл.желтая	Серая	Сл.желтоват.
Запах	Фекал, нефтепрод.	Нет	Нет	Фекал.	Нет	Нефтепродуктов	Нет	Нефтепродуктов	Нет
Взвешенные в-ва, мг/дм <sup>3</sup>	535,7	26,9	12,5	459,4	8,86	285,6	17,0	2013,6	28,4
РН	8,41	7,9	7,75	8,06	7,82	7,43	8,35	8,29	8,32
Сульфаты, мг/л	27,31	15,97	9,18	19,98	11,98	48,66	13,81	35,33	14,43
Нитриты, мг/л	0,47	0,07	0,05	0,30	0,06	0,54	0,18	0,27	0,12
Нитраты, мг/л	6,88	10,81	7,15	13,75	7,59	18,75	9,90	12,38	11,0
Хлориды, мг/л	35,36	21,28	13,01	24,96	17,34	65,68	17,94	45,19	19,37
ХПК, мгО/л	315,44	56,8	25,8	199,2	32,7	199,2	30,1	1029,2	36,7
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	101,0	32,0	15,0	53,0	18,0	59,5	7,8	234,0	16,2
АПAB, мг/л	0,37	0,085	0,07	0,19	0,051	0,30	0,08	0,20	0,16

Нефтепродукты, мг/л	10,82	0,33	0,16	4,43	0,08	6,78	0,33	27,0	0,21
Железо общее, мг/л	7,36	1,90	0,91	10,71	1,74	5,35	0,97	58,2	0,63
Кальций, мг/л	60,1	45,9	33,3	50,1	34,7	84,2	32,9	54,1	34,3
Магний, мг/л	13,4	6,4	7,9	12,14	6,1	16,9	6,8	7,3	7,3
Гидрокарбонаты, мг/л	274,6	274,6	274,6	201,4	280,7	335,6	268,5	201,4	268,5

Таблица 2

*Химический состав вод реки Ушайка, мг/л*

Место отбора проб	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Fe <sup>общ</sup>	Fe <sup>3+</sup>	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Ушайка Протопопово	7	0,2	0,01	<0,3	<0,3	202,4	390,4	2	7,1
Ушайка, Степановка	6,8	0,2	0,01	0,3	0,3	220	317,2	2	14,2
Ушайка, Восточная	6,8	0	0,01	0,3	0,3	328,24	244	8	19,88
Ушайка, Золоотвал	6,6	0,2	0,01	0,3	0,3	133,76	292,8	4	15,62
Ушайка, Киевская	7	0,2	0,03	0,3	0,3	66	283,04	8	24,85
Ушайка, Ленина	8	0,4	0,05	0,3	0,3	40,48	286,7	8	32,66
Томь после впадения Ушайки	8	1	0,075	0,3	0,3	101,2	318,42	8	26,98

Таблица 3

*Микробиологический состав вод реки Ушайка*

Место отбора проб	Гетеротрофы, кл/мл	Сапрофиты, кл/мл	Нефтеоокисляющие, кл/мл	Сульфатредуцирующие, баллы	Количество образовавшихся нитритов, мг/л
Ушайка в д. Протопопово	1330	105	150	8	0
Ушайка в пос. Степановка	25360	5600	6620	13	0
Ушайка, пос. Восточный	8200	4640	2590	15	0
Ушайка, золоотвал	430	60860	5200	8	0
Ушайка, ул. Киевская	1200	8927	4140	12	0
Ушайка, пр. Ленина	2915	1980	1080	8	0,02
р. Томь после впадения р. Ушайка	13520	9400	6520	12	0,07

Наиболее чистой по содержанию изученных групп микроорганизмов является вода реки Ушайка в районе Протопопово. Максимальное количество гетеротрофов содержится в воде р. Ушайка в Степановке, максимальное количество сапрофитов в р. Ушайка установлено на золоотвале.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы: 1. Вода р. Ушайка загрязнена как по химическим, так и по микробиологическим показателям. 2. Качество воды ухудшается при протекании ее по территории г. Томска. 3. Существенное негативное влияние на качество воды оказывают выпуски. 4. Распределение изученных групп микроорганизмов неравномерно. 5. Несмотря на такие неблагоприятные факторы, река способна к самоочищению.

Литература

1. Родина А.Г. Методы водной микробиологии. – М. – Л.: Наука, 1965. – 363 с.
2. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л.: Наука, 1974. – 186 с.

**ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ЮГА КУЗБАССА**  
**О.Е. Петрова**

Научный руководитель профессор С.Л. Шварцев  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Актуальность исследований связана с появлением на отдельных участках в подземных водах Кузбасса значительных количеств CO<sub>2</sub> на фоне широкого (практически повсеместного) распространения метановых газов ниже зоны газового выветривания. В частности, в Терсинских минеральных водах на глубине 370 м выявлены газы с содержанием CO<sub>2</sub> от 50 до 80 объемных%. Таким образом, интерес представляет выяснение причин появления CO<sub>2</sub> в подземных водах.

Объектом исследования являются подземные воды юга Кузнецкого адартезианского бассейна (рис. 1)

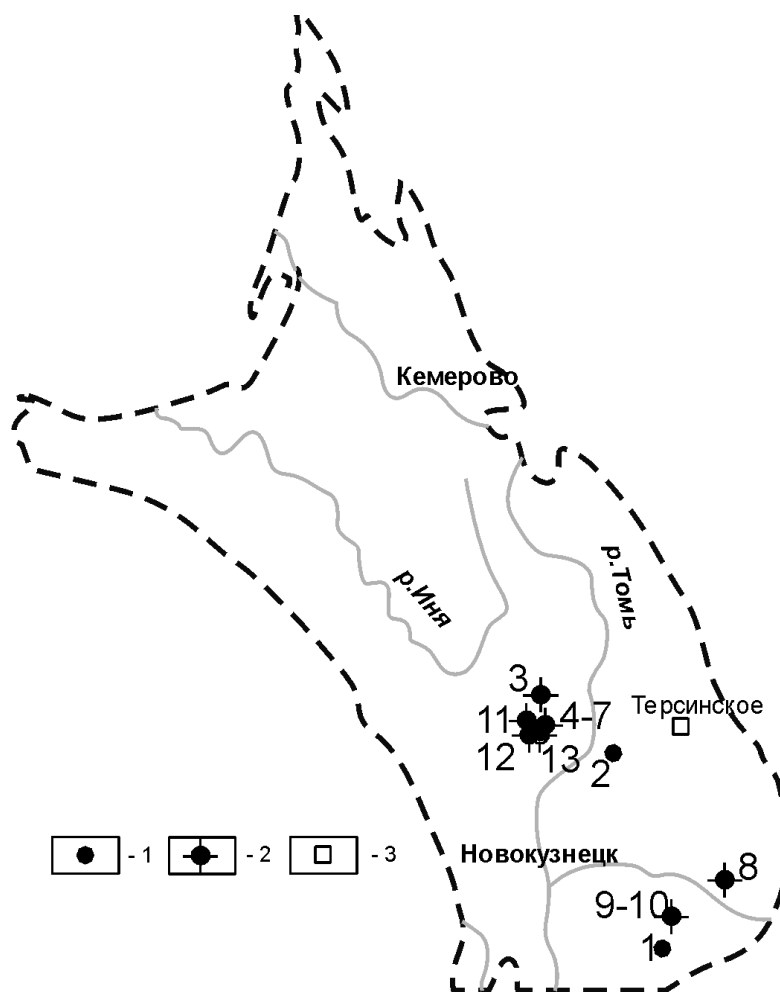


Рис. 1. Схема расположения точек опробования подземных вод юга Кузбасса: 1 – точки опробования подземных вод; 2 – скважины; 3 – район расположения Терсинских минеральных вод

Всего отобрано 15 проб, которые можно разделить на три группы (табл. 1).

1) Гидрокарбонатные кальциевые воды зоны интенсивного водообмена с минерализацией менее 1 г/л и pH 7,1 – 8,0, в газовом составе которых преобладает азот.

2) Гидрокарбонатные натриевые (содовые) воды зоны замедленного водообмена, развитые в данном регионе на глубинах более 400 м, с минерализацией 1,5 – 8 г/л и pH > 8,0, в газовом составе преобладает метан.

3) Терсинские минеральные воды, приуроченные к крупному региональному разлому в зоне сопряжения Кузнецкого адартезианского бассейна с Кузнецким Алатау. Данные минеральные воды отличаются специфическим составом и высоким содержанием растворенной углекислоты, не характерной для данного региона. По некоторым данным содержание CO<sub>2</sub> достигает 4,5 г/л.

Целью исследования является установление генезиса углерода, растворенного в подземных водах этих объектов по изотопным данным. Для выяснения источника свободной углекислоты подземных вод был использован углеродно-изотопный метод. Данный метод основан на измерении соотношения <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, которое оценивается отклонением δ<sup>13</sup>C относительно стандарта, приравниваемого к 0‰. В качестве вероятных источников углерода могут выступать: атмосферная углекислота с изотопным составом δ<sup>13</sup>C от -5 до -11 ‰; CO<sub>2</sub>, образованная в результате разложения карбонатных пород и при окислении органического вещества, нефтей и углей с δ<sup>13</sup>C от 0 до -20‰; метаморфогенная углекислота с δ<sup>13</sup>C от 0 до -10 ‰ и биогенная (почвенная) углекислота, δ<sup>13</sup>C которой колеблется от -18 до -28 ‰ (Галимов, 1968).

В результате исследований было проанализировано всего 15 проб на изотопный состав углерода как гидрокарбонат-иона, так и углекислого газа и метана (табл. 2). Анализы выполнялись в лаборатории изотопных методов ТО СНИИГГиМС.

Таблица 1

Химический состав подземных вод юга Кузнецкого бассейна, мг/л

№	Подземные воды (номера проб)	Количество проб	Глубина отбора, м	t, °C	pH	CO <sub>2</sub> своб.	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сумма ионов
I	Зоны активного водообмена (№ 1 – 3)	3	0 – 100	10	7,1 – 8,0	4-44	–	195-451	1-17	1-4	38-96	9-25	14-71	279 - 545
II	Зоны затрудненного	10	70 – 1300	8-	8,0-	–	17-	1013-	0-10	7-11	2-30	0-13	377-	1427-

	водообмена (типичные содовые воды) (№ 4 – 13)			24	8,2		360	3270					2400	7824
III	Терсинские минеральные воды (№ 14 – 15)	2	370	12-13	6,5-6,6	90-211	–	3340-3390	0-1	120-140	270-290	75-91	800-900	4560-4670

Примечание: места отбора проб и их номера показаны на рис. 1.

Таблица 2

Изотопный состав углерода углекислого газа, метана и гидрокарбонат-иона, растворенных в подземных водах юга Кузнецкого бассейна

№	Подземные воды	Глубина отбора, м	Газонасыщенность, мл/л	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰		
				$\text{HCO}_3^-$	$\text{CH}_4$	$\text{CO}_2$
I	Зоны активного водообмена	0 – 100	15 – 30	-24,4 – -7,6	-39,3	-26,3
II	Зоны затрудненного водообмена	70 – 1300	15 – 50	-13,2 – -8,0	-51,4 – -8,0	-10,1 – -7,5
III	Терсинские минеральные воды	370	17 – 190	-4,3	–	-12,3 – -6,2

Изученные воды по изотопному составу (как и по химическому) разделяются условно на три группы, к рассмотрению которых мы и перейдем.

В первую группу входят 3 пробы подземных вод родников и скважин, вскрывшие пресные подземные воды, зона интенсивного водообмена, до глубин 100 м. Диапазон вариаций  $\delta^{13}\text{C}$  гидрокарбонат-иона подземных вод от -24,4 до -17,6‰, что свидетельствует о преимущественной роли биогенных источников углерода. На это также указывает изотопный состав углерода водорастворенного углекислого газа, который равен -26,3‰.

Во вторую группу входят содовые воды Кузбасса.  $\delta^{13}\text{C}$  в  $\text{CO}_2$  колеблется в пределах от -10,1 до 7,5, в  $\text{HCO}_3^-$  от -13,2 до -8,0‰. Источник также биогенный, но наряду с изотопно легкой биохимической углекислотой здесь присутствует значительная доля изотопно тяжелой биохимической углекислоты (деструктивной), образующейся в процессе метанообразования при метаморфизме угля. При этом образующийся метан имеет  $\delta^{13}\text{C}$  от -51,4 до -38,0‰.

Таким образом, метан генетически связан с углями средней стадии метаморфизма. В процессе метанообразования из угля за счет разрыва изотопно тяжелых карбоксильных и карбонильных связей образуется углекислота, значительно обогащенная тяжелым изотопом углерода (примерно на 40-30‰). Известно, что в процессе метаморфизации органического вещества идет фракционирование изотопов углерода: более легкие концентрируются в метане, более тяжелый – в углекислом газе.

Гидрокарбонат-ион Терсинской минеральной воды, развитой в пределах Кузнецкого адартезианского бассейна, значительно обогащен тяжелыми изотопами углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -4,3$ ), что указывает на эндогенный источник. Однако изотопный состав углекислого газа Терсинки не постоянен и колеблется в пределах от -12,3 до -6,2‰ (при этом содержание его также резко меняется от 17 до 190 мг/л), что указывает на смешенное происхождение  $\text{CO}_2$ . Как известно, Терсинское месторождение минеральных вод приурочено к крупному региональному разлому. По зонам нарушений происходит внедрение инфильтрационных вод и смешение их с углекислыми водами, поднимающимися с больших глубин (Гидрогеология СССР..., 1972). Таким образом, углекислота, образовавшаяся при разложении угля, смешивается с эндогенной углекислотой и в раствор попадает изотопно тяжелый гидрокарбонат-ион. При этом доля эндогенной углекислоты постоянно меняется и в соответствии с этим меняется газонасыщенность подземных вод: чем больше газонасыщенность (начинает поступать глубинный  $\text{CO}_2$ ), тем тяжелее изотопный состав углерода.

Таким образом, по результатам изотопных исследований можно сделать следующие выводы:

1) Источником углерода в подземных водах юга Кузнецкого адартезианского бассейна является как изотопно легкая биохимическая углекислота, характерная для зоны интенсивного водообмена, так и изотопно тяжелая, образующаяся в процессе метанообразования при разложении угля.

2) В местах разгрузки Терсинских минеральных вод, приуроченных к крупному региональному разлому, в образовании гидрокарбонат-иона принимает участие углекислота смешанного происхождения: метаморфическая и биохимическая.

#### Литература

1. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода. – М.: Недра, 1968. – 226 с.
2. Гидрогеология СССР. Кемеровская область и Алтайский край / Под ред. М.А. Кузнецова и О.В. Постникова. – М.: Недра, 1972. – Т. 17. – 399 с.

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ГЛУБИННОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.В. Позизов

Научный руководитель доцент В.В. Янковский  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Военно-промышленный комплекс, созданный для обеспечения обороны страны в 50-е годы прошлого столетия, как и любое производство, имеет отходы. Отходы ядерной промышленности представляют большую экологическую опасность, поэтому их утилизация должна быть регламентирована технологическими и правовыми документами. Из различных методов утилизации отходов ядерного производства для СССР и сегодняшней России,

оптимальным в экономическом и экологическом плане, является метод глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов (ЖРО).

В наиболее полном объеме все правовые, организационные, экономические и технологические вопросы этого метода нашли развитие на Горно-химическом комбинате (ГХК) г. Железногорска.

Геологическое строение и гидрогеологические условия района хранилища имеют определяющее значение для оценки принципиальной возможности и безопасности захоронения, выбора схемы и режимов эксплуатации хранилища. Геологическое строение района хранилища определяется его местоположением в переходной зоне сочленения западных отрогов Южно-Енисейского кристаллического массива и юго-восточной части Чулымо-Енисейской впадины.

В геологическом разрезе описываемой территории выделяются два структурных этажа: нижний – фундамент, который сложен кристаллическими породами докембрия, и верхний, осадочный чехол, представленный отложениями позднеюрского, юрского и четвертичного возраста.

Непосредственно участок хранилища расположен в пределах древней эрозионной впадины максимальной глубиной от поверхности земли 550м, заполненной толщей песчано-глинистых отложений, в основном, юрского возраста. С запада впадина ограничена тектоническим нарушением меридионального простирания. В северо-восточной, южной и юго-западной областях рассматриваемой территории кристаллические породы фундамента выходят на дневную поверхность.

В гидрогеологическом отношении район хранилища рассматривается как малый артезианский бассейн, приуроченный к опущенному блоку грабена, открытый к Чулымскому артезианскому бассейну с севера. Подземные воды приурочены к зоне выветривания метаморфических пород фундамента и проницаемым (песчаным) комплексам осадочных пород, характеризующихся синклинальным залеганием. Типичное для артезианского бассейна геологическое строение осадочного чехла обуславливает развитие на данной территории системы этажнорасположенных водоносных горизонтов, разделенных слабопроницаемыми глинистыми отложениями. Закономерности и направление движения подземных вод определяются расположением областей питания и разгрузки и влиянием Правобережного тектонического нарушения как непроницаемой границы, что установлено по данным геологоразведочных работ и подтверждено наблюдениями в период эксплуатации хранилища.

Согласно стратиграфической принадлежности водовмещающих отложений, общности гидрогеологических условий формирования и циркуляции подземных вод в рассматриваемом районе выделяются четвертичный водоносный горизонт, юрский водоносный комплекс, объединяющий 3 водоносных горизонта: верхнеитатский – III горизонт, среднеитатский – II горизонт (коллекторский), нижнемакаровский – I горизонт (коллекторский), а также подземные воды зоны экзогенной трещиноватости.

Основными водоносными горизонтами в районе глубокого хранилища ГХК являются нижние I и II горизонты, сложенные песчаными отложениями с маломощными прослоями глин; III горизонт развит локально. Области питания всех горизонтов являются участки выхода водовмещающих пород под покров четвертичных отложений в периферийных районах впадины, в 4-8км от центра полигона. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетока грунтовых вод.

Геологическое строение и гидрогеологические условия района хранилища обеспечивают выполнение основного требования, предъявляемого к глубинному захоронению жидких РАО в соответствии с законом о недрах - локализация в установленных границах геологической среды или горного отвода в течение достаточно длительного периода времени. Скорости движения подземных вод достаточно малы, а физико-химические процессы в поровом пространстве коллекторских горизонтов приводят к дополнительной задержке нуклидов. Пласты-коллекторы изолированы от р. Енисей плоскостью Правобережного тектонического нарушения и от вышележащих горизонтов слабопроницаемыми глинистыми горизонтами, обладающими водоупорными свойствами.

Метод утилизации заключается в переводе отходов производства в жидкую фазу, оптимальную для захоронения и закачке их в глубокий водоносный горизонт.

Глубокое хранилище (полигон захоронения) жидких РАО ГХК был создан на основании решений Правительства: распоряжений Совета Министров СССР от 13.09.58 г. № 3019рс и от 15.10.60 г. № 3173 рс; все работы по проектированию, строительству и эксплуатации полигонов осуществлялись с учетом действовавших в соответствующий период времени законодательных актов и нормативных документов.

Таковыми документами являлись:

«Положение о порядке использования и охране подземных вод на территории СССР» (1960г.), созданное Мингео и Минздравом СССР в соответствии с Постановлением Совмина СССР от 04.09.59 г. № 1036 «Об усилении государственного контроля за использованием подземных вод и о мероприятиях по их охране».

Начиная с 1970 г. в стране были приняты законодательные акты - Постановления Правительства, ряд подзаконных актов, которыми регулировались вопросы глубинного (подземного) захоронения (сброса) промышленных сточных вод в поглощающие горизонты через скважины. К их числу могут быть отнесены следующие положения.

- Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик (1970 г. с изменениями, внесенными Указом Президиума Верховного Совета СССР от 07.01.80г., и, изданный в соответствии с «Основами...», Водный Кодекс РСФСР (1972 г.).

- Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах (1975 г.) и изданный в соответствии с ними Кодекс РСФСР о недрах (1976 г.).

- Постановление Правительства СССР от 10.06.77 г. № 500 и Постановление Совета Министров РСФСР от 18.07.77 г. № 438 о порядке согласования и выдаче разрешений на специальное водопользование (в числе видов которого «сброс сточных вод в подземные водоносные горизонты с помощью поглощающих скважин»);

- Положение об охране подземных вод (1984 г.).

- Инструкция о порядке предоставления недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых (1984 г.).

Основополагающими законодательными актами, регламентирующими вопросы рационального использования недр, удаления в недра промстоков, в том числе и радиоактивных отходов, сброса сточных вод и др., в настоящее время являются:

- Закон Российской Федерации «О недрах»;



- Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»;
- Положение «О порядке лицензирования пользования недрами»;
- Федеральный закон «Об обращении с радиоактивными отходами» (принят Госдумой, но еще не введен в действие);
- Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»;
- Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды».

А также подзаконные нормативные документы (правила, инструкции, положения) и официальные постатейные комментарии к законам, конкретизирующие и разъясняющие порядок исполнения основных требований законов (Закон РФ..., 2002).

Выше перечисленные нормативные документы легли в основу государственного правового регулирования недропользования с целью захоронения ЖРО. Дано регулирование осуществляется через систему лицензирования. Лицензия выдается Федеральным агентством по недропользованию. В лицензионном соглашении предусматривается защита интересов как недропользователя, так и население региона, и государственные интересы в целом (Крассов, 2002).

Горно-геологические и другие природные условия, применяемые научно-обоснованные технологии и жесткая система контроля позволяют гарантировать безопасность данного вида недропользования в данном характеризуемом регионе.

Изменение общественно-экономических условий в стране ведет к необходимости периодического пересмотра и совершенствования действующего горного законодательства. Новая редакция основного правового документа горного законодательства, находящаяся на рассмотрении в Государственной Думе России, продолжит, как мы надеемся сложившиеся в последние годы традиции природоресурсного законодательства.

#### Литература

1. Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 г. – № 2391 (в ред. от 29.05.2002 г.).
2. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002 г. – № 7.
3. Крассов О.И. Природные ресурсы России. Комментарий законодательства. – М.: Изд-во «Дело», 2002. – 815с.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ШАХТ БУРГУСТИНСКАЯ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ**

**Я.А. Радулевич**

Научный руководитель профессор А.И. Гавришин

*Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия*

Главная гидрогеологическая проблема Восточного Донбасса заключается в сильном изменении химического состава подземных шахтных вод и образовании высокоминерализованных кислых железистых вод.

Для систематизации данных был использован многомерный классификационный G-метод, который позволяет выделять однородные таксономические единицы наблюдений при отсутствии априорных сведений о таксономической структуре (Гавришин, Климова, 2003). В результате на первой стадии построения многомерной таксономической структуры шахтных вод по величине pH, минерализации и содержаниям основных ионов выделены однородные гидрогеохимические семейства, а на второй стадии – однородные гидрогеохимические виды. Примененная методика позволила провести эффективный гидрогеохимический анализ шахтных вод и установить важные закономерности формирования их химического состава.

В результате использования данного классификационного анализа (компьютерная технология AGAT) в химическом составе вод шахты Бургустинская выделено три семейства, различающиеся по M, pH и содержанию главных ионов, средний состав которых приведен в табл. 1.

Первое гидрогеохимическое семейство включает наблюдения начального периода (1966-1985 гг.), когда еще не начали формироваться кислые воды и присутствует  $\text{HCO}_3^-$ . В среднем это нейтральные, сульфатные натриевые воды с повышенным содержанием Fe.

Второе гидрогеохимическое семейство включает наибольшее количество наблюдений и отражает наиболее распространенные условия формирования шахтных вод. Это также сульфатные натриевые воды, но содержание  $\text{SO}_4$  уже достигает 87%, а реакция среды кислая: в среднем состав этого семейства близок к среднему составу вод шахты, растет содержание Fe.

Третье гидрогеохимическое семейство характеризуется наиболее высокой M и очень большими концентрациями Fe, низкими значениями pH, в котором существенную роль играют  $\text{SO}_4$ , Mg. Это сульфатные железомagneвиево-натриевые воды.

Автоматической классификационной процедурой AGAT выделено 6 однородных гидрогеохимических видов, средний состав которых представлен в таблице 2. Первое гидрогеохимическое семейство содержит один вид, второе разделено на три вида, третье – на два вида.

При изучении графиков распределения наблюдений по гидрогеохимическим видам в координатах минерализация – содержание компонента были обнаружены определенные закономерности, наиболее четко проявившиеся для  $\text{SO}_4$ , Cl, Mg: закономерное расположение наблюдений одних и тех же видов по определенным направлениям с ростом минерализации.

*Таблица 1*

*Средний состав гидрогеохимических семейств подземных вод ш. Бургустинская*

Семейства	N	pH	Ед. изм.	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	M
1	8	7,06	мг/л	325	1430	298	76,3	137	779	13,5	3100
			ммоль/л	5,3	29,8	8,4	3,8	11,4	33,9	0,7	
			%-моль	12	69	19	8	23	68	1	
2	35	4,66	мг/л	0	3270	355	288	198	1060	40,8	5300
			ммоль/л	0	68,1	10,0	14,4	16,5	46,1	2,2	
			%-моль	0	87	13	18	21	58	3	
3	7	2,51	мг/л	0	5150	152	174	408	759	600	7300
			ммоль/л	0	107,3	4,3	8,7	34,0	33,0	32,2	
			%-моль	0	96	4	8	31	31	30	

Оказалось, что из четырех направлений, установленных для шахтных вод Восточного Донбасса, для ш. Бургустинская характерно первое направление, включающее все гидрогеохимические виды. Доминирующую роль играет сульфат-ион; связь с минерализацией положительная, почти функциональная (коэффициент парной корреляции 0.98), очень сильная с Fe<sup>3+</sup> (0.74), с Mg и Na (0.46), слабая с Ca (0.29), отрицательная с HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (-0.49), pH (-0.7), связь с Cl очень слабая (-0.15). Воды из среднеминерализованных гидрокарбонатно-сульфатных нейтральных преобразуются в минерализованные (до 11 г/л) сульфатные сильно кислые (с pH < 2,5). В таблице 2 хорошо видно закономерное увеличение по гидрогеохимическим видам минерализации, содержания SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, Na, Fe<sup>3+</sup> и уменьшение pH, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и Cl.

Таблица 2

*Средний состав гидрогеохимических типов вод шахты Бургустинская, мг/л*

	N	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Fe	M
1.1	6	7,25	309	1450	267	60	143	646	0,05	2900
2.2	5	5,04	0	3050	233	305	173	884	108	4900
2.1	26	4,76	0	3170	389	271	194	1070	25,6	5200
3.2	3	2,67	0	3620	190	84	386	679	247	5200
2.3	3	3,47	0	3970	199	453	193	1050	68,3	5900
3.1	3	2,37	0	6920	95,6	219	447	862	1000	9700

Общее уравнение регрессии SO<sub>4</sub> по M имеет вид: SO<sub>4</sub> = -694 + 0.76 M. Величина коэффициента в уравнении регрессии свидетельствует об угле наклона линии регрессии и характеризует долю компонента в формировании минерализации вод. Линия регрессии SO<sub>4</sub> по M крутая, что соответствует большой скорости накопления SO<sub>4</sub> в водах; линия регрессии Cl пологая, что свидетельствует о минимальном участии Cl в формировании минерализации вод. Главной причиной таких изменений состава подземных вод при отработке угольных месторождений является интенсивное развитие процессов окисления серы, содержащейся в углях и вмещающих породах в количествах от 1,5 до 6%.

Таблица 3

*Химический состав вод шахты Центральная, мг/л*

Показатели	X	Me	Xmin	Xmax	S
pH	7,7	7,5	6,0	9,1	0,8
CO <sub>3</sub>	135	81	0	420	136
HCO <sub>3</sub>	1464	1000	433	4001	1122
SO <sub>4</sub>	1146	1171	128	3821	832
Cl	590	575	149	895	164
Ca	126	85	30	601	132
Mg	96	91	18	255	60
Na	1227	1112	140	2640	629
Fe <sub>общ</sub>	2,4	2,3	0,3	5,7	1,4
M	4536	4197	1943	8972	1937

Также было сделано прогнозирование состава шахтных вод ш. Бургустинская после ее ликвидации для случаев, когда организуется водоотлив для предотвращения возможного подтопления территории и без организации водоотлива. Прогноз показал, что в любом случае будут формироваться высокоминерализованные сульфатные кислые воды с высоким содержанием различных металлов, в частности Fe.

Но такая ситуация наблюдается не на всех шахтах Восточного Донбасса. Так, например, расположенная в этом же угледобывающем районе шахта Центральная имеет другой состав шахтных вод. В среднем – это сульфатно-гидрокарбонатные натриевые воды с более высоким значением pH и более низким содержанием SO<sub>4</sub>, чем воды ш. Бургустинская. Для вод ш. Центральная характерны высокие содержания HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и низкие – Ca и Mg. Минерализация вод колеблется в интервале 1,9 – 9,0 г/л, содержание HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0,4 – 4,0 г/л и SO<sub>4</sub> 0,1 – 3,8 г/л, величина pH 6,0 – 9,1 (табл. 3). По силе корреляционных связей с минерализацией компоненты располагаются в следующий ряд: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (r = 0,86); Na (0,86); CO<sub>3</sub> (0,63)

По результатам опробования выявлены совершенно другие закономерности формирования состава вод ш. Центральная. Для нее в среднем характерно уже не первое направление формирования состава шахтных вод, которое проявляется на шахте Бургустинская, а четвертое – с высокими содержаниями HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> и Na<sup>+</sup> и низкими Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>.

Основной причиной формирования такого состава шахтных вод является их смешение с подземными пресными гидрокарбонатными натриевыми водами (Формирование..., 2003).

Но на шахте Центральная проявляются также и остальные три направления преобразования состава подземных вод в шахтные в условиях отработки угольных месторождений: от гидрокарбонатно-сульфатных к кислым сульфатным, к нейтральным хлоридно-сульфатным и к слабощелочным сульфатно-хлоридным. Конечно, эти направления характерны лишь для отдельных проб, отобранных в горных выработках, но полученные результаты говорят о том, что на шахте Центральная имеют место и другие процессы формирования шахтных вод. В частности, главным процессом формирования первого направления, как и на шахте Бургустинская, является процесс окисления серы. В формировании химического состава шахтных вод по второму направлению значительное влияние оказывают процессы смешения сульфатных вод с подземными хлоридными водами, которые подтягиваются с более глубоких горизонтов при работе осушительных систем. В третьем направлении процесс смешения шахтных вод с подземными хлоридными водами играет ведущую роль в формировании окончательного состава вод ш. Центральная.

#### Литература

1. Гавришин А.И., Климова Н.А. Закономерности формирования химического состава шахтных вод при отработке месторождений и ликвидации угольных шахт в Восточном Донбассе // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – М., 2003. – № 6. – С. 526 – 539.
2. Формирование химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе / Под ред. Гавришина А.И., Корadini А., Мохова А.В., Бондаревой Л.И. – Новочеркасск: Юж.-Рос. Гос. Тех. Ун-т (НПИ), 2003. – 188 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗАСТРОЙКУ ГОРОДА ТОМСКА

**А.В. Сенюшина**

Научный руководитель профессор Г.Г. Щербак

*Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия*

В пределах территории г. Томка широким развитием пользуются оползневые процессы. Они приурочены к приборочной части Томь-Яйского водораздела, уступ которого отчетливо прослеживается вдоль русла р. Томи, а также по бортам долины рек Ушайки и Малой Киргизки. Для города сотрудниками ТГАСУ составлена карта зонирования территорий г. Томска по степени опасности для городской застройки масштаба 1:10000. Интенсивная застройка потенциально опасных участков вызывает необходимость дальнейшего изучения оползневых процессов на территории города. В соответствии с существующей схемой зонирования в пределах Томь-Яйского водораздела выделяют весьма опасные, опасные и потенциально опасные участки. Для регламентирования строительства на оползнеопасных территориях разработан закон Томской области о застройки таких участков. Широкое развитие строительства в г. Томске привело к тому, что в последние годы для застройки всё чаще выделяются участки, имеющие сложные инженерно-геологические условия и которые попадают в пределы опасных и потенциально опасных зон.

В инженерно-геологическом отношении склон Томь-Яйского водораздела имеет двухъярусное строение. Нижний ярус представлен отложениями ниже-карбонového возраста, включающими сложно дислоцированные глинистые сланцы, которые прорваны дайками основных пород мелового возраста. Глинистые сланцы перекрыты корой выветривания мел-палеогенового возраста, по поверхности которого отмечаются многочисленные древние желоба поверхностного стока. Выше залегают отложения новомихайловской ( $P_3nm$ ) и лагерно-томской ( $P_3lg$ ) свит верхне-палеогенового возраста, которые сменяются вверх по разрезу отложениями кочковской ( $N_2k\kappa$ ) свиты. Верхнюю часть разреза в зависимости от гипсометрических отметок слагают отложения федосовской ( $Q_{1fd}$ ) свиты, которые в свою очередь перекрыты субэаральными верхне-четвертичными ( $SaQ_{III}$ ) отложениями и техногенными ( $tQ_{IV}$ ) насыпными грунтами (Щербак, 1999).

В литологическом отношении грунты мел-палеогенового и четвертичного возраста представлены гравелистыми, мелкими и пылеватыми песками, супесями, суглинками и глинами.

В пределах Томь-Яйского водораздела выделяют три водоносных горизонта, приуроченных к палеогеновым, неогеновым и четвертичным отложениям. Непосредственно в подошве склона Томь-Яйского водораздела отмечается пластовая разгрузка палеоген-неогенового горизонта (Кузеванов, 1999). Глубина залегания этого горизонта в пределах склона колеблется от 22 до 25 м. Практически вся видимая часть склона сдренирована поэтому он имеет значительную крутизну – от 30 до 45°. На территории города в пределах приборочной части склона выделяют несколько оползнеопасных участков: участок Лагерного Сада – Потаповых лужков, районы ул. Московский тракт, Воскресенской горы, Каштачной горы и микрорайона Солнечный. Для каждого из этих участков развитие оползневых процессов имеет свои особенности.

Так например, для участка Лагерного Сада развитие оползневых процессов чаще всего приурочено к зонам разгрузки подземных вод и связано с насыщением грунтов водой. На данном участке выделяют 22 оползня. В настоящее время в результате выполненных противооползневых мероприятий часть оползней ликвидированна (оползни 7 – 13), остальные продолжают своё развитие (1 – 6, 14 – 18) или находятся в стабилизированном состоянии (20 – 22). Развитие оползневых процессов на участке 13-го оползня потребовало принять решение о сносе одного из учебных корпусов ТУСУРа. В настоящее время осуществляется строительство подземной дренажной горной выработки, которая в значительной степени способствует повышению устойчивости склона.

На участке склонов вдоль ул. Московский тракт отмечаются древние оползневые цирки в пределах которых оползневые процессы находятся в стабилизированном состоянии.

На участке Воскресенской горы периодически проявляются оползни оплывания, связанные с избыточным увлажнением насыпных техногенных грунтов, перекрывающих склон мощностью от 1,5 до 3,0 м. При подрезке склонов в ряде случаев образуются небольшие по размерам оползни (осовы).

В пределах Каштачной горы оползневые процессы выражены слабо и проявляются на отдельных участках в виде оползневых трещин и узких оползневых уступов вдоль бровки склона.

В районе мкр. Солнечный отмечаются оползни скольжения и вязко-пластического течения, которые также связаны с разгрузкой водоносных горизонтов в бортах долины р. Ларинки. Развитие оползневых процессов на этом участке привело к разрушению 86-ти кирпичных гаражей и вызвало необходимость расселения жильцов из 2-х подъездов торцевой блок-секции 10-ти этажного жилого дома.

В настоящее время нами выполняются исследования по оценке устойчивости склонов и разработке рекомендаций их застройки. Расчёты, выполненные для различных оползнеопасных участков на территории г. Томска (табл.) показали, что устойчивость склонов зависит от целого ряда фактов. К их числу относятся: высота и крутизна склонов, их обводнёность, состав и свойства грунтов, наличие дополнительных нагрузок, подрезки, наличие подпорных стенок и др.

В этой связи застройка оползневых территорий должна осуществляться с учётом реальных инженерно-геологических условий. При этом для повышения общей устойчивости склонов можно возводить здания на свайных фундаментах, на полках или с глубокими (в 2 – 3 этажа) подвальными помещениями. При длине свай равной высоте склона коэффициенты устойчивости многократно возрастают.

Так, например, при строительстве жилого дома по пер. Орловскому (Юрточная гора) устойчивость склона в сторону ул. Заливная, в зависимости от крутизны склона и его высоты, изменяются от 1,06 до 1,29 (табл.).

*Таблица*

*Результаты расчётов устойчивости склонов*

Участок	№ разведочной линии	Высота склона, м	Угол откоса склона, градус	Коэффициент устойчивости				
				в естественном состоянии	с нагрузкой склона	с подрезкой склона	с подпорной стенкой	при водонасыщении
Лагерный Сад	3-3	28,0	30	1,560	-	1,160	-	0,980
Московский тракт (участок ОАО “Томское пиво”)	II-II	14,6	38	1,045	-	0,940	-	-
	III-III	13,8	37	1,10	-	0,980	-	-
Мыс Воскресенской горы	II-II	12,0	20	2,370	1,930	-	-	-
	III-III	12,5	30	1,430	1,190	-	-	-
	IV-IV	14,0	27	1,850	1,460	-	-	-
Ул. Бакунина, 10 - ул. Большая Подгорная	I-I	18,0	40	1,090	1,070		1,400	0,840
Ул. Большая Подгорная - пер. Карповский	I-I	24,0	39	1,080	-	0,992	-	0,770
Мкр. Солнечный	I-I	28,0	22	1,270	-	-	-	0,970
Юрточная гора	1-1	10,0	30	1,250	1,120	-	1,355	-
	2-2	14,0	35	1,060	0,960	-	-	-
	3-3	11,0	26	1,140	1,260	-	-	-
	4-4	14,0	30	1,290	1,110	-	-	0,960

При нагрузке склона устойчивость снижается на 10-18%. Устройство подпорных стен у подножия склона повышает в данном случае коэффициент устойчивости до 1,355. В случае полного водонасыщения откоса коэффициент устойчивости может уменьшиться до 0,96. Таким образом, производить строительство жилых 5-ти и 6-ти этажных домов вблизи склонов на естественном основании не всегда возможно, а в большинстве случаев и опасно. В тоже время при выборе свайного типа фундамента при длине свай 10 м коэффициент устойчивости возрастает до 3,47–5,42, что значительно увеличивает безопасность эксплуатации здания. Таким образом, проектирование и строительство зданий и сооружений на оползнеопасных территориях должно осуществляться с соблюдением целого ряда условий, которые устанавливаются при выполнении инженерно-геологических изысканий и расчётах устойчивости склонов.

#### Литература

1. Кузеванов К.И. Гидрогеологическая основа экологических исследований г. Томска// Обский вестник. – Новосибирск, 1999. – № 1 – 2. – С. 53 – 58.
2. Щербак Г.Г. Современные проблемы г. Томска и пути их решения // Обский вестник. – Новосибирск, 1999. – № 1 – 2. – С. 27 – 31.

# МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ТЕРСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

О.Г. Токаренко

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На территории Кузбасса открыты и эксплуатируются месторождения минеральных вод. В связи с активным использованием в бальнеологии проводится комплексное изучение их состава с определением экологического состояния. В ряду экологических факторов кроме макрокомпонентов и биогенных составляющих большое внимание обращают на микрокомпонентный состав, оказывающий значительное влияние на направленность биологических процессов в водном растворе.

Целью настоящего исследования было изучение микрокомпонентного состава и выявление степени воздействия повышенных концентраций на организм с учетом токсичности элементов.

Объектом исследований являлись минеральные воды Терсинского месторождения территории Кузбасса.

Таблица 1

Химический состав минеральных вод Терсинского месторождения

Компонент	Единицы измерения	Содержание					Зона гипергенеза [3]	СанПиН 2.1.4.1074-01	ГОСТ 13273-88	Компонент	Единицы измерения	Содержание			Зона гипергенеза [3]	СанПиН 2.1.4.1074-01	ГОСТ 13273-88
		Нейтронная активация	ISP MS		Нейтронная активация	ISP MS											
			Без подкисления	С подкислением		Без подкисления						С подкислением					
pH		6.65				6.9			Zr	"		9.8	30.0	1.2			
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	мг/л	2.4				0.59	2		Nb	"		0.042	0.043	0.45	10	2	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	"	<0.003				0.1	3.3	2	Mo	"		0.043	0.32	1.75	250	50	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"	6.16				1.56	45	50	Pd	"			3.8	2.97			
CO <sub>2</sub>	"	290.4				26.6		500	Ag	"	<0.05	0.006	0.16	0.26	50		
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"	<4.0							Cd	"		0.013	0.103	0.24	1	10	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"	3386.0				187.0			Sn	"		0.022	0.13	0.39	24		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	"	1.3				76.7	500		Sb	"	<0.03	0.15	0.04	0.68	50		
Cl <sup>-</sup>	"	140.58				59.7	350		Te	"		0.13	0.17		10		
Na <sup>+</sup>	"	564.7	675	675	67.6	200			I	"	30.0	13.0	38.0	8.02		50	
Mg <sup>2+</sup>	"	75.0	42.0	43.0	18.2	Ca+Mg			Cs	"	3.65	2.3	2.0	0.26			
Ca <sup>2+</sup>	"	26.9	13.0	21.3	39.2	7.0			Ba	"	2610	900	4000	18.3	100		
K <sup>+</sup>	"	10.0	10.2	10.2	5.15				La	"	<0.02	0.025	0.23	0.67			
Si	"	33.0	20.0	21.0	8.36	10 <sup>4</sup>			Ce	"	0.8	0.008	2.0				
Li	мкг/л	1680	140	1320	13.0	30			Pr	"		0.0013	0.0033				
Be	"	2.4 <sup>***</sup>	0.008	1.4	0.19	0.2			Nd	"		0.002	0.13				
B	"	5050 <sup>**</sup>	2930	3240	77.9	500'			Sm	"	<0.002	0.018	0.053		24'		
Al <sup>3+</sup>	"	100 <sup>*</sup>	1.5	66.0	226	500			Eu	"	<0.03	0.28	0.51		300'		
P <sup>-</sup>	"		2.5	190	58.0	0.1			Gd	"		-	0.059				
Sc	"	0.004	3370	3770	0.07				Tb	"	<0.004	0.0009	0.01				
Ti	"		0.38	1.2	17.4	100			Dy	"		-	0.077				
V	"		2.5	2.4	1.34	100			Ho	"		0.0007	0.02				
F <sup>-</sup>	"	2100 <sup>*</sup>				1500'			Er	"		0.0008	0.058				
Cr	"	5.2	0.45	1.2	3.03	50			Tm	"		0.0005	0.009				
Mn	"	720 <sup>**</sup>	0.023	430	54.5	100			Yb	"	<0.01	0.0074	0.06				
Fe <sub>общ</sub>	"	10800 <sup>*</sup>	9.0	7440	481	300			Lu	"	<0.001	0.0038	0.011				
Co	"	0.03	0.044	0.55	0.39	100			Hf	"	<0.008	0.084	0.091				
Ni	"	0.003	0.88	9.5	3.58	100			Ta	"		0.025	0.009				
Cu	"		0.34	1.4	5.58	1000			W	"		1.1	0.03		50		
Zn	"	8.4	0.21	4.2	41.4	5000			Au	"	<0.001			5.32*10 <sup>6</sup>			
Ge	"		6.8	21.0					Hg	"		0.61 <sup>*</sup>	0.026	41.1*10 <sup>6</sup>	0.5	5	
As	"	<500	32.0	330.0	1.46	50	200		Tl	"			0.002		0.1		
Se	"	0.8 <sup>***</sup>	4.1	11.0	0.72	10	50		Pb	"	1.4	-	3.8	2.97	30	100	
Br	"	233.9	~800	~400	85.2	200'	25000		Bi	"		0.001	0.09		100		
Rb	"	31.5	15.0	13.0	1.86	100'			Th	"	<0.02	0.0022	0.0086	0.24			

Sr	"	3200	1300	3100	183.0	7000	25000	U	"	<0.1	0.010	0.019	1.31	1700
Y	"		0.06	0.72										

Примечание: \* - данные исследований 2003 г.; \*\* - 2001 г.; \*\*\* - 1997 г.; значения ГОСТ Р 51232-98.

Таблица 2

Список микрокомпонентов Терсинки, превышающих нормативы питьевых вод, мг/л

Элемент	ISP MS	СанПин 2.1.4.1074-01	ГОСТ 13273-88	Степень превышения	Класс опасности	Показатель вредности	Дефицит элемента в организме	Повышенные содержания элемента в организме
Fe <sub>общ</sub>	7.44	0.3	Не реглам	~25	-	Орг.	Гипохромная железодефицитная анемия	Сидероз
Mn <sup>2+</sup>	0.43	0.1	Не реглам	~4	-	Орг.	Диабет	Атеросклероз, гипертоническая болезнь
Ba	4.0	0.1	Не реглам	~40	2	С.-т.	Не выявлено	Соли Ba - кардио воздействие
Li	1.32	0.03	Не реглам.	~40	2	-	Не выявлено	Соли Li – светобоязнь, нефро- и тиреопатия. диарея
Se	0.011	0.01	0.05	1.1	2	С.-т.	Кардиомиопатия, гепатит, злокачественные опухоли	Слиментарный селеновый токсикоз
As	0.33	0.05	Лечебные - 2 Столовые -1.5	~7	2	С.-т.	Не выявлено	Эндемические отравления
B <sup>-</sup>	3.24	Не реглам.	Не реглам.	~7	2	С.-т.	Не выявлено	Борный энтерит
Be	0.0014	0.0002	Не норм.	~7	1	С.-т.	Не выявлено	Выведение фосфатов из организма
Hg <sup>*</sup>	0.0006	0.0005	0.005	~1.22	1	С.-т.	Не выявлено	Hg <sup>2+</sup> обезвоживающие группы тканевых белков

Примечание: \* – данные приведены согласно исследованиям 2003 г.; Лимитирующий показатель вредности: «С.-т.» – санитарно-токсикологический; «Орг.» – оранолептический.

Месторождение активно эксплуатируется в настоящее время муниципальным унитарным предприятием "Минеральная вода" Новокузнецкого района. Воды "Терсинки" отнесены к питьевым лечебным и лечебно-столовым в соответствии с ГОСТом 13273-88 (Шварцев, 1998; Левицкий и др., 2002)

Химический состав минеральной воды изучается на протяжении длительного периода (1968 – 2004 гг.) и характеризуется относительной стабильностью, в соответствие с которым минеральная вода «Терсинка» является слабо углекислой, железистой, соленоватой, гидрокарбонатной натриевой, холодной, преимущественно нейтральной, с очень высокой общей жесткостью (более 20 мг · экв/л).

Вместе с тем, периодические повышения концентраций некоторых элементов и превышения ими нормативных значений, несомненно, вызывают повышенный интерес у населения в экологической безопасности Терсинки. В этой связи был изучен расширенный список микроэлементов минеральных вод.

В 2004 г. на основе использования комплекса химико-аналитических методов впервые получены данные о распространенности в минеральной воде таких элементов, как Cr, Ti, Co, Nb, W, V, Te, As, Sb, Sn, Ag, Au, Mo, B, Th, Pb, Bi, Cd, P, Zr, Ge, Sc, Br, Rb, Y, I, Cs, La, Ce, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Tl. Результаты полученных данных, в сравнении со средним содержанием микроэлементов в зоне гипергенеза, представлены в табл. 1.

Сравнительный анализ содержания элементов в минеральной воде с содержанием их в зоне гипергенеза показал, что соотношение элементов разнообразно: 1) содержание Cu, Zn, Th, U меньше (5 -10 раз), чем в зоне гипергенеза; 2) пониженное содержание (1 – 2 раза) Ca, Al, P, Ti, Cr, Nb, Mo, Hg; 3) содержание примерно одинаково - V, Be, Pd, Ag, Cd, Sn, La, Pb; 4) Повышенные концентрации (2-5 раз) относительно Si, Mg, Na, K, Br, Mn, Ni, I, Cs; 5) превышение (более 10) относительно B, Li, Sc, Fe, As, Se, Rb, Sr, Zr, Sb, Ba.

В результате исследования был выявлен ряд компонентов, значительно превышающих нормы питьевых (СанПин 2.1.4.1074-01) и кондиции минеральных вод (ГОСТ 13273-88) (табл. 2).

Превышение предельно допустимых концентраций на питьевые воды наблюдается относительно Fe<sub>общ</sub>, Mn<sup>2+</sup>, Ba, Li, Se, As, Be, Hg.

Особенно опасны по своей природе периодические появления повышенных концентраций высоко токсичного элемента бериллия, концентрация которого по исследованиям 1997 и 2004 г. составляет 0,0024 и 0.0014 мг/л при ПДК 0.0002 мг/л.

Не менее опасным по своей природе являются эпизодические появления ртути, содержание которой по данным исследования 2003 г. составляет 0.61 мкг/л, а по исследованиям 2004 г. - не превышает установленных нормативных значений.

Повышенные содержания ртути, совпавшие с землетрясением осени 2003 г., и наличие метаморфогенного источника углерода согласно результатам изотопного анализа (Петрова, 2004) предполагает возможность "дыхания земли". Согласно диаграмме зависимости форм нахождения ртути от кислотно-щелочных условий (pH = 6.5) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh = -4) природных вод можно предположить, что ртуть находится преимущественно в атомарном состоянии (Hg<sup>0</sup>).

Таким образом, новейшие данные позволили выявить некоторые особенности распространения микрокомпонентов. Прием минеральной воды рекомендован в случае острого дефицита Fe, Mn, S. Также определен характер появления повышенных концентраций, не имевшего точного объяснения, бериллия и ртути.

#### Литература

1. Левицкий Е.Ф., Адилова В.Б. Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири. – Томск, 2002. – 227 с.
2. Петрова О.Е. Источники углерода в минеральных водах Терсинского месторождения // Проблемы геологии и освоения недр. Труды Восьмого Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск, 2004.
3. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

## РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ АКАДЕМИКА В.И. ВЕРНАДСКОГО О ВИДАХ ПРИРОДНЫХ ВОД

О.Г. Токаренко

Научный руководитель доцент Ю.Г. Копылова  
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В современном мире с именем академика В.И. Вернадского связано множество различных идей, принципов, концепций, отразившихся и занявших свое место в одной из фундаментальных наук - геохимии. Учение В.И. Вернадского о природных водах является ключевым для решения фундаментальных проблем геологии, гидрогеохимии и водных ресурсов.

"История природных вод" В.И. Вернадского, как отмечает С.Л. Шварцев – "уникальная по глубине проникновения в тайны гидросферы книга, которая до сих пор не только не имеет аналогов в мире, но даже какого-либо приближения к ее содержанию по сгустку развитых идей. Поражают недоступные пока еще никому широта и глубина охвата поднятых в ней проблем геологии воды, взаимодействия природных вод и живого вещества, особой роли воды в становлении и развитии жизни, всего окружающего мира, Земли в целом" (Шварцев, 2003).

В.И. Вернадский считал, что каждый отдельный вид воды - это отдельный минерал, отличающийся своим строением, структурой, свойствами, химическим составом. Так он отметил, что "и для природной воды, как это имеет место для всех минералов, твердые, жидкие и газообразные фазы одного и того же химического состава будут разными ее минералами". Ученый придавал особое значение воде как водородистому минералу, замечая, что "Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных, геологических процессов. Все земное вещество - под влиянием собственных воде частичных сил, ее парообразного состояния, ее вездесущности в верхней части планеты - ею проникнуто и охвачено". Тем самым В.И. Вернадский сумел разглядеть совершенно уникальную роль воды в становлении всего окружающего мира. Автор подчеркивал особое положение воды и в целом гидросферы в человеческой деятельности, считая, что "Природная вода охватывает и создает всю жизнь человека. Едва ли есть какое-нибудь другое природное тело, которое бы до такой степени определяло его общественный уклад, быт, существование. Это связано с исключительной массой и подвижностью ее молекул" (Шварцев, 2003; Шварцев и др., 2004).

Основываясь на идее "Вода - это минерал", В.И. Вернадский сделал первую попытку систематики природных вод, считая, в чем был, безусловно, прав, что намеченные линии или принципы классификации будут иметь в последующем научное значение. На базе минералогических идей им разработана, как отмечает С.Л. Шварцев, "беспрецедентная по своим масштабам и глубине непревзойденная никем в мире классификация природных вод" (Шварцев, 2003).

В основу классификации положен принцип деления на подгруппы, классы, царства, подцарства, семейства и виды минералов. Всего выделено 3 подгруппы, 9 классов, 19 царств, 43 подцарства, 143 семейства, 485 вида минерала, число которых по мнению В.И. Вернадского должно быть увеличено до 1500. Списки классификации, как писал автор "охватывают лишь 20-30% существующих и встреченных нами тел. Он явно пополнится как только изучение природных вод войдет в задачи минералогии. Значительное большинство из них недоступны сейчас для нашего непосредственного изучения, но из доступных мы знаем сейчас много меньше половины" (Вернадский, 2003).

Максимальной таксономической единицей системы классификации является подгруппа. В.И. Вернадский выделяет 3 основные подгруппы: *I*. Твердые фазы воды; *II*. Газообразные фазы воды; *III*. Жидкая природная вода. Третья подгруппа по сравнению с первыми двумя является наиболее емкой и включает наибольшее количество видов минералов. Каждая из подгрупп включает по 3 класса форм проявления воды. Подгруппа *твердых фаз воды* включает классы: *1*. Пресных форм твердой воды; *2*. Соленых разновидностей твердых фаз воды и *3*. Рассольных разновидностей льдов. Подгруппа *газообразных фаз воды* включает классы: *1*. Пресных форм газообразных вод; *2*. Соленых форм газообразных вод; *3*. Паров-рассолов. Третья подгруппа *жидкой природной воды* включает классы: *1*. Пресных вод; *2*. Соленых вод; *3*. Рассолов и т.д. Классификация весьма трудна и объемна с точки зрения текстового описания, в связи с чем знакомство с полной версией классификации рекомендовано непосредственно из первоисточника.

Автор классификации позже писал "Я получил неожиданный для меня результат, что количество этих минералов чрезвычайно велико и что земные воды являются самой большой группой минералов". Для каждого из 485 вида (по другим данным 531) минералогического вида земных вод В.И. Вернадский впервые в мире вывел средний химический состав вод, который необходимо рассматривать как первые кларки для огромного количества земных вод. Тем самым, анализируя средние цифры, полученные для каждого минерала воды, он первым обосновал "эмпирическое положение о постоянстве химического состава природных вод в определенных пределах колебаний их состава". Это положение он сформулировал следующим образом: "Химический состав каждой индивидуальной природной воды может быть выражен для каждого химического элемента в пределах минимальных и максимальных числах, которые не смещаются в короткий срок исторического времени. Выведенная в связи с этим средняя величина химического состава есть величина постоянная в пределах исторического времени".

Геохимические типы подземных вод (по С.Л. Шварцеву, 1998)

Тип вод	Геохимический тип выветривания	Контролирующие показатели	Необходимое химическое условие	Характеристика подземных вод
1. Кислый железисто-алюминиевый	Латеритный	Al, Fe, Mn, pH, pe	Равновесие с гидроксидами Al, Fe, Mn	Ультрапресные, кислые и слабокислые, окислительные, SiO <sub>2</sub> <5 мг/л
2. Алюминиево-кремнистый	Моносиалитный	Al, Si, pH	Равновесие с каолинитом	Пресные, слабокислые и нейтральные, SiO <sub>2</sub> >5 мг/л
3. Кремнисто-Na (Ca - Mg - K - Fe)	Биссиалитный	Si, Na, Ca, Mg, K, pH	Равновесие с минералами групп гидрослюд и монтмориллонитов	Пресные и солоноватые, нейтральные и слабощелочные, SiO <sub>2</sub> 10-60 мг/л в зависимости от pH и содержания катионов
4. Кислый кремнисто-органический	Подзолообразование	Al, Si, C <sub>орг</sub> , pH, pe	Вынос Al и Fe, равновесие с каолинитом и, вероятно, SiO <sub>2</sub>	Пресные, кислые с высоким содержанием органических кислот и SiO <sub>2</sub>
5. Щелочной карбонатно-кальциевый (содовый)	Карбонатобразование	Ca, HCO <sub>3</sub> , pH	Равновесие с кальцитом	Щелочные пресные и слабосолоноватые (0,6 - 1,5 мг/л)
6. Солоноватый сульфатно-кальциевый	Сульфатное засоление	Ca и SO <sub>4</sub>	Равновесие с гипситом	Солоноватые, щелочные с высоким содержанием сульфат- и хлор-ионов
7. Соленый хлоридно-натриевый	Хлоридное засоление	Na и Cl	Равновесие с галитом	Соленые воды с высоким содержанием хлоридов натрия

В дальнейшем А.И. Перельман, активно развивающий направление исследований В.И. Вернадского, пытался преобразовать классификацию и создать более приемлемую для практики геохимическую классификацию. В основу были положены иные принципы классификации. Предполагалось пополнить систематику природных вод и выделять группы вод по температуре, типы вод – по окислительно-восстановительным условиям, классы – по щелочно-кислотным условиям, семейства – по общей минерализации, роды – по растворенному органическому веществу и виды – по ведущим катионам и анионам.

В настоящее время это направление исследований продолжает С.Л. Шварцев, которым предложена новая классификация геохимических типов вод по характеру их равновесия с вторичными минеральными новообразованиями, формирующимися в ходе геохимической эволюции системы вода – порода (табл.) (Шварцев, 1998).

Поддерживая и продолжая основные тенденции развития науки гидрогеохимии, автором статьи были проведены исследования геохимических процессов в водном растворе на примере углекислых минеральных вод Терсинского месторождения Кузбасса (2003-2005гг.). Согласно данным исследованиям минеральная вода является кремнистой, железистой, слабо углекислой, слабо солоноватой, гидрокарбонатной натриевой, холодной, слабо кислой, с очень высокой общей жесткостью (20-22 мг-экв/л). Согласно ГОСТ 13273-88 минеральная вода Терсинского типа является углекислой, но, анализируя данные многолетних исследований, минеральная вода является кроме этого кремнистой и железистой. Минеральная вода по своей природе уникальна, ближайшим аналогом ее является минеральная вода "Боржоми".

Для изучения основных моментов формирования химического состава вод с целью отнесения их к определенному геохимическому типу, исследован характер равновесия Терсинской минеральной воды с минералами вмещающих пород на основе использования программы численного моделирования геохимических процессов HG32 (Букаты, 2003). Оценка степени равновесия минеральных вод с оксидами, карбонатами, сульфатами и алюмосиликатами позволила выявить равновесие воды к следующим минералам: кварц, арагонит, гиббсит, каолинит, монтмориллонит, пиррофиллит, бёмит, гематит.

Согласно приведенной классификации С.Л. Шварцева можно считать, что минеральная вода относится к щелочному карбонатно-кальциевому (содовому) геохимическому типу вод, равновесна относительно основных окислов, глинистых минералов и карбоната кальция (арагонита) (в табл. под цифрой 5).

В заключение стоит отметить, что развитие учения В.И. Вернадского о природных водах как о минералах продолжает развиваться. Разрабатываются новые подходы к их классификации и выделению геохимических типов.

#### Литература

1. Букаты М.Б. Геоинформационное и математическое моделирование (ГИС и ММ): Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 75 с.
2. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 2003. – 750 с.
3. Шварцев С.Л. В.И. Вернадский – основатель учения о геологии воды // Проблемы поисковой и экологической геохимии Сибири: Материалы научной конференции, посвященной 100-летию профессора Томского политехнического университета П.А. Удодова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 330 с.
4. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.



5. Шварцев С.Л., Рыженко Б.Н., Кирюхин В.А., Швец В.М., Чудаев О.В. Роль В.И. Вернадского в развитии современной гидрогеохимии // *Фундаментальные проблемы современной гидрогеохимии: Труды Международной научной конференции, посвященной 75-летию юбилею гидрогеохимии.* – Томск: Изд-во НТЛ, 2004. – 332 с.

## **ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ЛАНГЕПАСНЕФТЕГАЗ» НА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ**

**Т.П. Филатова**

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Истоки современных проблем экологии – в безумном и жестоком отношении человека к природе. Эпоха научно-технического прогресса привела к истощению и загрязнению природной среды, с каждым десятилетием противоречия во взаимодействии общества и природы обостряются. Решить эти проблемы можно только с переходом общества на гуманистически ориентированный тип связи с природой. Проблемы экологии сегодня особенно актуальны в районах освоения огромных природных богатств. Большое значение этому вопросу уделяют в нефтяной промышленности. На сегодняшний день в связи с повышением требований к экологической стороне деятельности предприятий и внедрением новых технологий ситуация постепенно улучшается (Гриценко А. И. и др, 1997; Адам А.М. и др, 2001).

Данная работа посвящена оценке влияния Территориально-производственного предприятия (ТПП) «Лангепаснефтегаз» на эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в Нижневартовском районе и выполнена на основе данных, полученных в результате прохождения производственной практики.

Территория Нижневартовского района занимает площадь в Ханты-Мансийском автономном округе – 118,5 тыс. км<sup>2</sup>. Район расположен в восточной части ХМАО, в средней части бассейна р. Обь. Участок р. Обь, пересекающий южную часть территории района с юго-востока на северо-запад, равен 134 км. Наиболее крупными и основными притоками являются Вах (964 км), Аган (544 км) и Кульеган (342 км). Общая протяженность всех водотоков составляет около 40 тыс. км (около 2 тыс. рек и озер). Речная сеть Нижневартовского района хорошо выражена. Равнинность территории определяет медленное течение рек (0,3 – 0,5 м/с) и большой коэффициент извилистости (3-4 ед.). Густота речной сети очень небольшая и не превышает 0,25 км/км<sup>2</sup>.

Речные воды по составу относятся к гидрокарбонатному классу. Характерной чертой поверхностных вод является повышенное содержание гуминовых кислот, ионов аммония, железа, марганца и фенолов, а также пониженная минерализация и жесткость.

Территориально-производственное предприятие «Лангепаснефтегаз» осуществляет свою деятельность на территории Нижневартовского и Сургутского районов на десяти месторождениях нефти и газа, которые включают в себя 495 кустовых площадок. Территория, используемая ТПП «Лангепаснефтегаз» в Ханты-Мансийском автономном округе, составляет 6269,62 га. Производственная мощность по добыче нефти за 2002 г. – 5965 тысяч тонн (Информационный ...2003).

ТПП осуществляет разведку, добычу, частичную переработку и транспортировку углеводородного сырья. Ведение хозяйственной деятельности на территории месторождений оказывает негативное влияние на состояние окружающей природной среды: почву, атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды, а также на растительность и животный мир. Воздействия обуславливаются токсичностью природных углеводородов, использованием химических веществ в технологических процессах, а также спецификой технологий разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа.

Каждая из стадий освоения нефтегазоносных территорий (разведка, обустройство и эксплуатация месторождений, строительство систем магистральных нефтегазопроводов) отличаются видами, интенсивностью, уровнями воздействия и степенью преобразования природной среды. Наиболее интенсивное воздействие на наземные экосистемы и земные недра, в частности подземные воды, оказывается на этапе бурения.

Объектами воздействия предприятий нефтегазового комплекса являются практически все компоненты природной среды, то есть происходит комплексное воздействие на все компоненты геосистем, которое связано с прямым использованием природных ресурсов (добыча нефти, газа и подземных вод; отвод земель под строительство и размещение объектов нефтедобычи; вырубка леса и другое) и с сопутствующими этому процессами (химическое загрязнение воды, воздуха и почв; подтопление или осушение земель; уничтожение почвенно-растительного покрова и животного мира). В результате, происходит истощение эколого-ресурсного потенциала эксплуатируемых территорий и, как следствие, снижение их средообразующего и хозяйственного значений, а также из-за сброса загрязненных вод наносится ущерб водным и наземным экосистемам.

Радиационная опасность на объектах нефтегазового комплекса связана с повышенным содержанием радионуклидов в добываемом органическом топливе, пластовой воде и вмещающих породах. Из находящихся в земной коре химических элементов наибольшую опасность представляют ЕРН (естественные радионуклиды), содержащиеся в своем составе радионуклиды из уранового (уран-233) и ториевого (торий-232) семейств, а также радионуклид калий-40. Из ИРН (искусственные радионуклиды) наиболее вероятно загрязнение цезием-137 и стронцием-90 – продуктами деления ядерных материалов, не разделившейся частью плутония-239 и урана-235. Добыча, переработка и использование нефти и газа связаны с попутным извлечением на земную поверхность как естественных, так и искусственных радионуклидов (Рихванов Л.П., и др., 1994).

В воде открытых водоемов контролируются МЭД (мощность эквивалентной дозы) и содержание радионуклидов. Содержание естественных и искусственных радионуклидов (ЕРН и ИРН) в 2000 – 2002 гг. в воде источников водоснабжения и водоемах не изменилось по сравнению с 1997 г. и находится на уровне глобальных выпадений. Средние значения удельной активности радионуклидов в воде открытых водоемов в 2002 г. не превышают гигиенические нормативы и составляют рубидий-210 – 0,008 Бк/л, полоний-210 – 0,002 Бк/л, радий-226 – 0,067 Бк/л, радий-228 – 0,018 Бк/л, уран-234 – 0,051 Бк/л, уран-238 – 0,039 Бк/л. Отмечается увеличение содержания ЕРН и ИРН в донных отложениях по сравнению с водой водоемов за счет их накопления в твердой фракции по данным измерений с

1998 по 2001 гг. Донные отложения, аккумулируя загрязняющие вещества, являются показателем антропогенного воздействия на поверхностные воды и могут быть источником их вторичного загрязнения.

Основными стационарными источниками загрязнения поверхностных вод различными веществами являются линейные и точечные источники загрязнения – трубопроводы, транспортирующие нефтяную эмульсию и пластовую воду, дороги, БКНС, ДНС, факела, загрязнения, поступающие из атмосферы (известно, что из атмосферы ежегодно в течение Средней Оби поступает 5 тонн на км<sup>2</sup> нефтепродуктов), так же сюда можно отнести аварии, которые в настоящий период случаются все реже.

Значительно уменьшилась степень загрязнения, наносимая окружающей среде вследствие аварийности на трубопроводах. Снижению аварийности и поддержанию ее на минимальном уровне способствовало проведение основных мероприятий по обеспечению экологической безопасности трубопроводов, т.е. своевременная опережающая диагностика и капитальный ремонт, повышение эксплуатационной надежности трубопроводов, хотя количество выбросов нефти и подтоварной воды при разрушении трубопроводов оценивается в пределах 500,5 т. При этом в водные объекты сброшено 200,8 т загрязняющих веществ. В целях предотвращения загрязнения рек установлено 500 м боновых заграждений, произведена расчистка завалов на 4 участках малых рек в местах водных переходов трубопроводов.

Результаты качественных химических анализов поверхностных вод показывают, что содержание большинства контролируемых ингредиентов не превышает установленные на них нормативы ПДК, за исключением – растворенных нефтепродуктов, железа общего, иона аммония и хлоридов. Причинами этого могут являться как природные условия, так и антропогенное воздействие.

Природные условия вызывают превышение по железу общему во всех точках, которое составляет 13,2 – 48,5 раза по сравнению с ПДК, превышение по аммонийному иону составляет 1,02 – 9,3 раза по сравнению с ПДК, превышение по фосфат-иону составляет 1,04 – 1,82 раза по сравнению с ПДК, что соответствует средним значениям данных ингредиентов в поверхностных водах этого региона.

Повышенное содержание хлоридов в поверхностной воде объясняется тем, что в процессе нефтедобычи происходит утечка пластовых вод, в которых содержится хлористых солей до 80 – 90% от общего объема солей. Присутствие хлоридов по исследуемым рекам, кроме реки Ласьяган, не превышает ПДК, т.е. 300 мг/л.

Самое высокое среднегодовое содержание растворенных нефтепродуктов наблюдалось в реке Урьевский Еган и Егартурий. Это объясняется тем, что при эксплуатации нефтяных скважин и установок для сбора нефти вода расходуется на удаление песчаных пробок, иногда образующихся в скважине, обмывку площадок после подъема труб, насоса и насосных штанг, на промывку аппаратов и оборудования, а так же на обмыв площадок установок для сбора нефти. Образующиеся сточные воды, загрязненные нефтью, отводятся в сборные резервуары или скважины, в процессе отвода происходят разливы, которые не всегда можно полностью ликвидировать. На протяжении многих лет, воды, добываемые с нефтью, сбрасывались в близлежащие водоемы, что и привело в настоящее время к повышенному содержанию исследуемых компонентов.

Следовательно, влияние деятельности ТПП “Лангепаснефтегаз” на эколого-геохимическое состояние поверхностных вод в Нижневартовском районе происходит как из-за влияния загрязнений, накопленных в предыдущий период освоения нефтегазовых месторождений и несоблюдения в то время экологических требований, так и вследствие современного загрязнения. Однако в последние годы, из-за внедрения нового оборудования, улучшение технологических процессов, а так же ужесточения экологических требований и грамотного руководства, прослеживается уменьшение антропогенного влияния на поверхностные воды в исследуемом районе.

#### Литература

1. Адам А.М., Мамин Р.Г. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири. – М.: Полтекс, 2000. – 142 с.
2. Гриценко А. И., Аكوпова Г.С. Экология. Нефть и газ. – М.: Наука, 1997. – 598 с.
3. Информационный бюллетень «О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 2002 году». – Ханты-Мансийск: НПЦ «Мониторинг», 2003. – 126 с.
4. Рихванов Л.П., Рихванова М.М. Введение в радиозоологию. – Томск, 1994. – 101 с.

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ. МЕНЕДЖМЕНТ И ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**Е.Р. Хафизова**

**Научный руководитель доцент В.В. Янковский**  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Вопрос о добыче химических элементов из вод имеет длительную историю. Впервые магний из морской воды был получен в 1916 г. в Англии. Начало добычи калия стимулировала вторая мировая война. Из-за военных действий и блокады мир лишился поставщиков калийных удобрений. В это время и приступили в Англии к извлечению калия из морской воды. В сороковые годы в Японии были разработаны способы извлечения из соляных маточных рассолов лития, рубидия, цезия. Ещё в первой четверти прошлого столетия было выдано несколько патентов на извлечение золота из морской воды, но большинство из них оказалось либо технически невыполнимыми, либо экономически нерентабельными. В сороковые годы эти работы проводились во Франции, а с 60-х годов к ним приступили в СНГ. Позже прорабатывались вопросы и были получены патенты на извлечение из вод меди, алюминия, урана, стронция, лития, йода, брома и др.

К настоящему времени экономическая целесообразность извлечения из высокоминерализованных вод йода, брома, лития, бора, цезия, рубидия, магния и др. подтверждена многолетней практикой в ряде экономически развитых стран (США, Японии, ФРГ, Италии, Израиле). Масштабы этой добычи в стоимостном выражении достигают нескольких миллиардов долларов в год.

В СНГ из подземных вод добываются в промышленных масштабах только йод и бром на общую сумму порядка 25 млн. долларов.

Томская область – один из ключевых регионов в составе Сибирского Федерального округа (СФО) Российской Федерации. В настоящее время, когда формируется стратегия развития России в новом веке, разрабатывается государственная концепция развития Сибири, определить и обосновать стратегию, согласованную с общегосударственной и преломляющую ее к конкретным условиям региона должен каждый субъект Федерации (Конторович и др., 2001).

В последнее десятилетие в Томской области, как и во всей России, нефтегазовый комплекс (НГК) не только обеспечивает экономику важнейшими энергетическими ресурсами, но и является главным донором бюджета и валютных поступлений. При этом в условиях существующего фискального налогового режима НГК потерял способность к самофинансированию и оказался в тяжелом положении. Один из путей повышения рентабельности нефтегазодобычи – комплексное использование природных ресурсов. В частности, воды нефтяных месторождений содержат ряд химических элементов, востребованных в народном хозяйстве (Ростовцев и др., 1999).

Задача выбора приоритетных направлений развития экономики Томской области должна решаться комплексно, исходя из анализа и прогноза социально-экономической ситуации, оценки перспектив добычи нефти и газа на территории, экономической эффективности проектов развития нефтегазового сектора и других отраслей экономики, предложений по разработке механизма реализации выбранных направлений развития (Гидрогеология СССР..., 1999).

В успешном развитии экономики отдельных регионов и России в целом существенную роль может сыграть комплексное использование минерального сырья.

В Томской области большие возможности заключаются в извлечении химических элементов из подземных вод нефтегазовых отложений. В настоящее время в области из глубоких горизонтов ежегодно извлекается 10-12 млн.т нефти и почти в 3 раза больше попутной воды. Это пластовая вода, контактирующая с залежами углеводородов и содержащая в высоких концентрациях йод, бром, стронций, литий, бор и другие ценные для промышленности элементы. После отделения от нефти вода снова закачивается в недра для поддержания пластового давления. Однако перед закачкой целесообразно было бы извлечь из воды вышелечисленные элементы с целью их использования в разных отраслях промышленности.

Развитие такого производства будет иметь огромное значение и в будущем. Так, в связи с полным извлечением нефти на некоторых крупных месторождениях можно переориентировать население городов и поселков нефтяников на добычу воды и извлечение из нее элементов. Это предотвратит болезненный процесс ликвидации инфраструктуры и увольнения работников в связи с закрытием промыслов.

Таким образом, в настоящее время назрела необходимость в изучении закономерностей распространения промышленно значимых химических элементов в различных водоносных комплексах, оценке их ресурсов, разработке методических рекомендаций по использованию промышленных вод с выявлением первоочередных объектов для освоения.

В условиях изменяющегося экономического уклада России пришло время пересмотреть сложившиеся представления об экономической рентабельности добычи ряда полезных ископаемых. Произошло разрушение прежних экономических связей и, как следствие, переоценка представлений о рентабельности разработки ряда месторождений. Эти же тенденции наблюдаются на региональном уровне. Извлечение компонентов из промышленных вод является одним из наиболее перспективных направлений развития горнорудного комплекса Томской области.

На гидрогеологические условия исследуемого региона существенный отпечаток накладывают как особенности Западно-Сибирского бассейна в целом, так и особенности его юго-восточной части (Янковский, 2001). В тектоническом отношении отложения бассейна подразделяются на два структурных этажа – мезозойско-кайнозойский платформенный чехол и доюрский фундамент. Платформенный чехол включает в себя два гидрогеологических этажа: верхний, представленный олигоцен-четвертичными отложениями, содержащими пресные воды и средний, включающий верхнеюрские и нижне-среднеюрские комплексы. Нижний гидрогеологический этаж включает комплекс отложений большого временного интервала - от рифей-вендских до триасовых. Располагаясь под мощным региональным водоупором, средний и нижний этажи содержат соленые воды – от 7 – 10 г/л (непосредственно под разделяющим водоупором) до 60-80 г/л (в палеозойских отложениях). В разрезе Западно-Сибирского артезианского бассейна в пределах Томской области распространены следующие водоносные комплексы:

- 1) олигоцен–четвертичных отложений,
- 2) меловых отложений,
- 3) юрских отложений,
- 4) доюрских отложений (Янковский, 2001).

Техническая целесообразность организации попутного извлечения компонентов из вод нефтяных месторождений не вызывает сомнений. Содержание йода и стронция в указанных водах превышает, а по бром, бору и литию приближается к кондиции, позволяющей отнести их к категории жидких руд. Запасы компонентов в водах позволяют создать новую отрасль промышленности в области, а использование уже имеющейся инфраструктуры нефтедобывающей отрасли позволяет решить эту проблему достаточно быстро со сравнительно небольшими капитальными затратами. Янковским В.В. проведено изучение ориентировочного спроса предприятий промышленности и сельского хозяйства Томской области и отдельных областей СФО на предполагаемые к производству виды сырья. Предварительная оценка рынка позволяет говорить о том, что продукция пользуется спросом в Томской области и областях Сибири. Годовая потребность в Томской области в йоде более 3 т, в бrome около 20 т, в соединениях лития около 0,5 т, кальция 50 т, магния 140 т, бора 11 т. Кроме того, при нефтедобыче для технологических целей используется значительное количество хлорида натрия. Регионы Сибири потребляют указанную продукцию практически в таких же количествах. В настоящее время практически все сырье поступает из стран дальнего и ближнего зарубежья.

Государственная система лицензирования – это единый порядок предоставления лицензий, включающий информационную, научно-аналитическую, экономическую и юридическую подготовку материалов и их оформление.

Федеральные органы управления государственным фондом недр определяют программу освоения недр, участки недр, которые предполагаются предоставить в пользование и выбор конкретного недропользователя в соответствии с установленным порядком, с последующим юридическим оформлением его прав на пользование.

Государство в лице федеральных органов управления государственным фондом недр определяет условия, на которых предполагается передача недр в пользование.

Лицензия на поиски и оценку месторождений полезных ископаемых удостоверяет право проведения таких работ только на виды сырья, указанные в лицензии.

Предоставление недр в пользование оформляется специальным государственным разрешением в виде лицензии, включающей установленной формы бланк с Государственным гербом Российской Федерации, а также текстовые, графические и иные приложения, являющиеся неотъемлемой составной частью лицензии и определяющие основные условия пользования недрами (ст. 7 Закона РФ «О недрах»).

Работы по региональному геологическому изучению недр, выполняемые за счет средств госбюджета, осуществляются без оформления лицензий, но с обязательной регистрацией в территориальных геологических органах МПР РФ.

Право на пользование недрами недропользователю предоставляется совместно органом исполнительной власти субъекта РФ и федеральным органом управления фондом недр (МПР РФ или его территориальным подразделением).

Собственность на ресурсы имеет государство и определяет менеджмент. Государственное управление осуществляется через систему лицензирования

Государство заинтересовано в предоставлении права пользования недрами, так как эта услуга осуществляется за определенную плату, но закон недропользования скоро будет изменен.

Сеноманские воды добываются для ППД, при этом компоненты не используются. Попутная вода утилизируется в ППД, в это время рационально извлекать компоненты ППД.

Подводя итог выше сказанному можно сделать следующие выводы (Янковский, 2002):

1. Ресурсы указанных компонентов в водах Томской области позволяют организовать их производство, которое может быть осуществлено субъектами хозяйственной деятельности различных форм собственности.

2. Технология попутной добычи позволит организовать производство достаточно быстро и обеспечит его рентабельность.

3. Научные силы Томска обладают достаточным потенциалом для проведения необходимых исследований и проведения проектных работ.

4. Комплексное использование вод нефтяных месторождений позволит снизить себестоимость добываемой нефти за счет прибыли от попутного извлечения компонентов из вод.

5. Производимая продукция будет востребована как в Томской области, так и за её пределами.

Кроме того, организация попутной добычи компонентов из вод нефтяных месторождений позволит решить ряд социальных проблем: создать высококвалифицированные рабочие места в нефтедобывающих районах области, где наблюдается избыток рабочей силы.

#### Литература

1. Конторович А.Э., Кресс В.М., Белозеров В.Б., Иванов И.А., Янковский В.В. и др. Программа и концепция развития нефтяной и газовой промышленности в Томской области на 2001-2005 гг. и период до 2030 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 86 с.
2. Ростовцев В.Н., Янковский В.В. Промышленная политика региональной власти в вопросах недропользования. //Вестник Российской академии естественных наук. (Западно-Сибирское отделение). – Кемерово, 1999. – В. 2. – С. 32 – 35.
3. Гидрогеология СССР Западно-Сибирская равнина / Под ред. В.А.Нуднера. – М.: Недра, 1970. – Т. 16. – 367 с.
4. Янковский В.В. Создание новой отрасли промышленности по добыче йода и других компонентов из вод нефтяных месторождений в Томской области как критерий повышения социально-экономического уровня территории и качества жизни населения // Качество-стратегия XXI века: Материалы VI международной конференции. – Томск, 2001. – С. 90 – 91.
5. Янковский В.В. Промышленные воды нефтегазодобывающих районов Томской области как ресурсная база формирования новой отрасли горнодобывающей промышленности // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области: Материалы научно-практической конференции. – Томск, 2002.

## **ВОДНОЕ ПРАВО РОССИИ. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

**С.А. Шушканова**

**Научный руководитель доцент В.В. Янковский**  
**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Вода – это основа жизни, которая не только является составной частью любого живого организма, но и необходима для поддержания его жизнедеятельности. Человек в этом отношении не исключение, однако, он использует воду не только для своих собственных нужд (как живой организм), но и для обеспечения многочисленных технологических процессов.

Потребление воды на технические нужды растет по мере развития цивилизации. Международное сообщество уделяет большое внимание рациональному использованию водных ресурсов. В 1992 г. Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 22 марта Международным днем водных ресурсов. Водные ресурсы ограничены. Большая часть населения

Земли зависит от пресноводных водоемов и живет недалеко от них. Пресноводные системы имеют насущное значение для жизни многих людей, являясь источником воды, пищи и занятости. Масштабы и границы воздействия человека на пресноводные системы заметно расширились. За минувшее столетие в Азии в большей степени, чем в других частях земного шара, увеличилось использование воды из рек, озер, водохранилищ, подземных водоносных слоев, а также других источников (Калинин, 2001).

Термин «вода» многозначен. В действующем Водном Кодексе вода указана как химическое соединение водорода и кислорода, существующее в жидком, твердом и газообразном виде. Юридический термин «воды» – вся вода, находящаяся в водных объектах. «Водный объект» – сосредоточение вод на поверхности суши в формах ее рельефа либо в недрах, имеющее границы, объем и черты водного режима.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации, «Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории» (Конституция РФ, статья 9). Водные объекты являются составной частью природных ресурсов и занимают определенное место. Водные объекты все шире используются во всех отраслях жизнедеятельности: в промышленности, сельском хозяйстве, для удовлетворения нужд населения, добычи полезных ископаемых и т.д.

При развитии общества возросло антропогенное влияние на водные ресурсы, которое влечет за собой изменение элементов водного баланса, качества вод и т.д.

Для рационального использования водных ресурсов государство разработало специальную отрасль права – водное. Водный Кодекс, который регулирует общественные отношения граждан, юридических лиц и др. действия которые должны идти во благо государству. Следствием является комплексное, рациональное использование водных ресурсов, право на водопользование, право собственности, т.е. решение социально-экономических задач.

Цель доклада – анализ состояния водного права в современной России. За десять лет с момента принятия Водного Кодекса Российской Федерации в стране значительно изменилась экономико-политическая обстановка. С принятием новых Кодексов: Земельного, Налогового и Гражданского, ряд положений водного права вступает в противоречие с современным законодательством.

Изменения и корректировка некоторых статей действующего Водного Кодекса требует создание его новой редакции.

Введенный в действие Водный кодекс Российской Федерации 18 октября 1995 года, недостаточно предполагает определенного правового обеспечения водопользованием и выдвигает требования к его организации и самому процессу водопользования (охрана водных объектов). Он устанавливает четыре режима водопользования (Калинин, 2001).

1. Общее водопользование – это использование водных объектов без применения сооружений, технических средств и устройств, для забора воды в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, купания, плавания на маломерных плавательных средствах, водопоя скота, пожарных нужд, разовых посадок (взлетов) воздушных судов и иных, не требующее специального разрешения (лицензии).

2. Специальное водопользование – использование водных объектов с применением сооружений, технических средств и устройств, осуществляемое гражданами и юридическими лицами на основании лицензии.

Это пользование водными объектами или их частью для удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения, потребностей в воде сельского хозяйства, промышленности, энергетики, водного транспорта, лесосплава, добычи полезных ископаемых из водных объектов, торфа и сапропеля со дна водных объектов и для иных государственных и общественных надобностей, строительства зданий, причалов, портовых и других сооружений, а также для сброса сточных вод.

3. Особое водопользование осуществляется для обеспечения потребностей обороны, федеральных энергетических систем, федерального транспорта, обеспечение населения питьевой водой, добычи полезных ископаемых, сохранения водных объектов, имеющих особое научное, рекреационное, оздоровительное, эстетическое значение и для иных государственных и муниципальных нужд ограниченным кругом водопользователей.

4. Частный водный сервитут (право ограниченного пользования водным объектом) устанавливается в пользу одного или нескольких заинтересованных лиц, не являющихся собственниками водного объекта.

Новая редакция Водного Кодекса четко выделяет права режимов водопользования (название статьи) и исключает специальное водопользование; также она направлена на создание организационно - правовой базы для усовершенствования рационального, комплексного использования водными ресурсами страны.

В новом Водном Кодексе четко предусмотрены и установлены права пользования собственностью и иные права на водные объекты, также составление договоров, управление водными объектами. Управление водными объектами государство четко осуществляет через систему лицензирования, предусматривает увеличение частной собственности на водные объекты.

Новая редакция вносит изменения и в государственную структуру управления водными ресурсами. Известно три уровня управления - федеральный, бассейновый и территориальный. Действующий Водный Кодекс закрепляет территориально-бассейновый принцип, новая редакция за основу государственного управления принимает бассейновый принцип управления водными ресурсами, где предусмотрено создание бассейновых советов в целях заинтересованности федеральных органов исполнительной власти.

Все изменения, ведущие к принятию нового Водного Кодекса Российской Федерации, имеют свою цель - создание безопасно-экологического состояния водных объектов, обеспечение прав людей на благоприятную водную среду, улучшение водопользования и защиты от загрязнения. Все это должно быть согласовано, взаимосвязано и по результатам обсуждения Государственной думой будет установлен новый Водный Кодекс.

Сокращение числа статей (существует 148) не изменяет объем содержания, а ведет к полноте закона и ужесточению его (дифференциация платы, т.е. увеличение платы за пользование водными ресурсами, накладывается большая ответственность, обязанность на водопользователей). С учетом рассмотрения новой редакции Водного Кодекса и его принятия в будущем, произошли изменения налогового кодекса (водный налог).

С 1 января 2005 года на смену ныне действующему Федеральному закону от 6 мая 1998 года "О плате за пользование водными объектами" придет глава Налогового кодекса "Водный налог", вводимая Федеральным законом от 28 июля 2004 года. Водный налог полностью будет зачисляться в федеральный бюджет. Прежнее распределение

предусматривало зачисление в федеральный бюджет 40% поступивших сумм, 60% - в бюджеты субъектов Федерации (Водный Кодекс РФ, статья 124).

- Под водным налогом понимается плата за пользование водными объектами, поступающая в виде регулярных взносов в порядке и размерах, определяемых законодательством РФ.

- В соответствии с действующим Водным кодексом, водный налог является составной частью системы платежей за пользование водными объектами, куда входят также платежи на их восстановление и охрану.

- Плательщиками налога признаются организации и физические лица, осуществляющие специальное или особое водопользование. В терминологии действующего Водного кодекса такое водопользование означает применение специальных технических средств, устройств и сооружений. Для нужд обороны, федеральных энергетических систем, федерального транспорта, для муниципальных и госнужд водные объекты, находящиеся в федеральной собственности, могут предоставляться в особое пользование по решению правительства.

Налогом облагаются следующие виды водопользования:

- забор воды из водных объектов;
- использование акватории водных объектов (кроме лесосплава в плотках и кошелях);
- использование водных объектов для целей:
  - гидроэнергетики - без забора воды;
  - лесосплава в плотках и кошелях.

Не признаются объектами налогообложения:

- забор воды из водных объектов;
- для обеспечения пожарной безопасности; ликвидации стихийных бедствий и последствий аварий;
- для санитарных, экологических и судоходных попусков;
- для обеспечения работы технологического оборудования морскими, речными и судами смешанного плавания;
- для орошения земель сельхозназначения (включая луга и пастбища), полива садоводческих, огороднических, дачных, личных подсобных земельных участков; для водопоя и обслуживания скота и птицы, находящихся в собственности сельхозорганизаций и граждан;
- для рыбоводства и воспроизводства водных биоресурсов;
- забор из подземных водных объектов;
- воды, содержащей полезные ископаемые и (или) природные лечебные ресурсы, а также термальных вод;
- шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод;
- использование акватории водных объектов;
- для плавания на судах, маломерных плавсредствах, а также для разовых посадок (взлетов) воздушных судов.

В результате стремления Российского государства во главе с президентом выйти на мировой уровень экономики в кодекс вводятся новые понятия, выделяются зоны охраны, главными задачами обозначены следующие.

1. Усиление территориальной структуры управления.
2. Охрана природы и рациональное использование водных ресурсов.

Автор придерживается точки зрения, что введение нового Водного Кодекса будет способствовать рациональному управлению водными ресурсами, обеспечению сбалансированного решения социально-экономических задач.

## Литература

1. Конституция РФ, 1995.
2. Водный Кодекс РФ, 1998.
3. Калинин И.Б. Правовое регулирование ресурсопользования. – Томск: Изд-во НТЛ, 2001. – 356 с.