

возможности системы при жестко закрепленных условиях и ограничениях на режим сработки и наполнения водохранилищ.

#### Заключение

В результате проведенного анализа подходов к управлению количеством и качеством водных ресурсов Московского региона выявлены следующие особенности.

Водные ресурсы Московского региона ограничены.

Основными источниками воды, обеспечивающими потребителей Московского региона, с учетом требований сохранения качества окружающей среды являются поверхностные источники (более 90 %).

Приходная часть водохозяйственного баланса регулируется тремя взаимосвязанными водохозяйственными системами Московского региона – Верхневолжской, Москворецкой и Вазузской.

Приходная часть водохозяйственного баланса превышает расходную часть на 9,4 м<sup>3</sup>/с при расчетной обеспеченности 95 %. В ближайшей перспективе с развитием Московского региона возможно появление дефицита водных ресурсов, что подтверждается еще и тем, что при расчетной обеспеченности 97 % уже в современных условиях имеется дефицит водных ресурсов в размере 0,6 м<sup>3</sup>/с.

Материал поступил в редакцию 29.04.13.

*Исмаилов Габил Худуш оглы, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Гидрология, метеорология и регулирование стока»*

*Тел. 8 (495) 976-23-68*

*E-mail: gabil-1937@mail.ru*

*Клепов Владимир Ильич, доктор технических наук, доцент кафедры «Гидрология, метеорология и регулирование стока»*

*E-mail: viklepov@rambler.ru*

УДК 502/504:628.112:556.5

#### С. А. СОКОЛОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

### ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЛЮБЕРЕЦКОМ РАЙОНЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Рассмотрены проблемы водоснабжения в Люберецком районе Московской области. Дана оценка современного состояния водозаборных узлов и качества подземных вод для перспективного использования. Даны предложения по улучшению водохозяйственной обстановки в районе.*

*Водоснабжение, подземные воды, водоносные горизонты, водозаборные скважины, водозаборные узлы (ВЗУ), качество подземных вод, фоновые концентрации, предельно допустимая концентрация (ПДК).*

*There are considered problems of water supply in the Lyubertsy region of the Moscow area. The present state of water intake units, reserves and quality of the underground water is assessed for a perspective usage. Proposals are given on improving the hydroeconomic situation in the region.*

*Water supply, underground water, water-bearing horizons, water intake wells, water intake units, quality of underground water, background concentrations, maximum permissible concentration (MPC).*

Люберецкий район в современных границах является самым густонаселенным районом в Московской области, с большой интенсивностью использует воду

для хозяйственно-питьевых нужд и промышленного производства. Это приводит не только к сокращению ее запасов, но и к ухудшению качественных показателей.

В границах территории Люберецкого района находится город Люберцы и муниципальные образования городских поселений Красково, Малаховка, Октябрьский и Томилино, в административном подчинении которых состоит 18 деревень и поселков. На территории Люберецкого района проживают около 242 тысяч человек (на 2010 год).

В Люберецком районе расположены и наиболее крупные промышленные предприятия области, являющиеся мощными потребителями вод и основными источниками водоотведения и загрязнения речного стока. На территории района развиты авиационная, космическая, пищевая, лесная и деревообрабатывающая промышленность, машиностроение и металлообработка, стройиндустрия [1]. Интенсивно развивается сельское хозяйство.

Водоснабжение города Люберцы и окружающих поселков производится преимущественно за счет подземных вод с частичным привлечением хозяйственно-питьевой воды из системы Московского водопровода, базирующегося на водозаборах поверхностных вод. Для удобства

анализа условий водоснабжения в Люберецком районе с примыкающими к нему поселками можно условно выделить три крупных площадных водозабора: Люберцы – Томилино – Красково – Малаховка, Дзержинский – Капотня – Котельники, Лыткарино – Тураево [2].

Выделяемые водозаборы не имеют единой централизованной системы управления, распадаясь на ряд крупных и мелких водозаборных систем. Их суммарный водоотбор составляет около 165,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Так как потребности города превышают суммарный дебит скважин водозаборных узлов, то дополнительно 32 тыс. м<sup>3</sup>/сут воды подается из системы Московского водопровода. В состав водозабора подземных вод входит 161 скважина.

Непосредственно на территории города находятся десять закольцованных между собой водозаборных узлов (1, 4, 10, 12, 13 – юг; 6 – центральная часть; 8, 9, 15, 19 – север), находящихся в ведении «Водоканала» города. Три узла (2-5, 14 и 16) территориально вошли в черту города Москвы, но подают воду в город Люберцы (табл. 1).

Таблица 1

**Структура запасов подземных вод и водоотбора на площади Люберецкого района**

Пользователь	Водоотбор, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Число скважин	Утв. Запасы, тыс. м <sup>3</sup> /сут	Уточненные Запасы,* тыс. м <sup>3</sup> /сут	Потребность,* тыс. м <sup>3</sup> /сут
Люберцы	46,9	52	66,7	45,0	97,0
Томилино – Красково – Малаховка	38,4	109	10,4	20,3	44,6
<b>Всего</b>	<b>85,3</b>	<b>161</b>	<b>77,1</b>	<b>65,3</b>	<b>141,6</b>
Дзержинский – Котельники	41,0	56	28,4	43,0	43,0
Лыткарино – Тураево	39,0	62	40,3		50,0
<b>Итого</b>	<b>165,3</b>	<b>279</b>	<b>145,8</b>	<b>108,3</b>	<b>234,6</b>

\* Данные за 1992 год (источник – «Геоцентр–Москва»).

Водозаборные узлы «Водоканала» 17 и 20 находятся на территории поселка Томилино, 11, 12 и 18 – на территории поселка Малаховка, 21 – в поселке Коренево. Их суммарный отбор составляет около 15 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

При анализе условий эксплуатации подземных вод района необходимо иметь в виду, что они находятся в сфере влияния крупного водоотбора подземных вод в городах Москве, Балашихе, Железнодорожном, Реутове и др. Положение уровней подземных вод определяются не только их отбором на площади района, но и взаимодействием с соседними водозаборами.

Водоснабжение Люберецкого муниципального района осуществляется за счет за-

бора воды из четырех водоносных горизонтов: касимовского, подольско-мячковского, каширского, окско-протвинского [3, 4].

Касимовский горизонт (C<sub>3</sub>ksm + C<sub>2</sub>pd-мс) развит только на севере и северо-востоке района (мощность от 35 до 8 м). Он эксплуатируется для водоснабжения преимущественно совместно с нижележащим подольско-мячковским горизонтом. Для централизованного водоснабжения горизонт неперспективен из-за ограниченности распространения, недостаточно высоких фильтрационных свойств и истощения запасов подземных вод в результате эксплуатации (непосредственно на территории города Люберцы он практически полностью осушен).

Подольско-мячковский горизонт (C<sub>2</sub>pd-mc) является основным источником централизованного водоснабжения на территории района. Он распространен повсеместно и залегает на глубинах от 25 до 70 м, мощность 63...75 м. Статические уровни горизонта составляют 65...85 м. Этот горизонт частично осушен (около 50 %) на площади наиболее интенсивной его эксплуатации – в районе ВЗУ-1, 7, 10, а также на площади поселка Котельники, причем в точках водозаборных узлов осушено до трети его мощности.

Каширский (C<sub>2</sub>ks) водоносный горизонт мощностью 35...45 м в силу малой водообильности неперспективен для централизованного водоснабжения и может использоваться только совместно с подольско-мячковским. Окско-протвинский (C<sub>1</sub>ok-pr) водоносный горизонт мощностью до 100 м также широко используется для водоснабжения. Он залегает на глубине 150...170 м. Статические уровни подземных вод горизонта изменяются от 25...40 м. Из-за повышенного содержания фтора как самостоятельный источник для питьевого водоснабжения использоваться не может.

Химический состав подземных вод основных эксплуатационных водоносных горизонтов (C<sub>3</sub>ksm + C<sub>2</sub>pd-mc, C<sub>2</sub>pd-mc, C<sub>1</sub>ok-pr), используемых для хозяйственно-питьевого обеспечения Люберецкого района, характеризуется пространственно-выраженным разнообразием отличительных геохимических свойств. Это вызвано техногенным воздействием на подземные воды.

Материалы изучения химического состава подземных вод продуктивных водоносных горизонтов, полученные в результате многолетних исследований районным Центром санитарно-эпидемиологического надзора города Люберцы с использованием тестируемых аналитических методов, включают крайне ограниченный перечень контролируемых показателей качества подземных вод.

Рассмотрен комплекс геохимических показателей: аммонийный ион; перманганатная окисляемость; общая жесткость; мутность железа (для отдельных водозаборных узлов дополнительно рассматривали величины сухого остатка, концентрации сульфатов и хлоридов) (в табл. 2 приведены выборочные данные по водозаборным узлам).

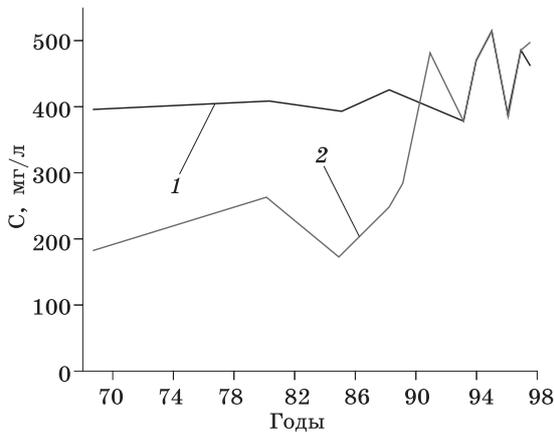
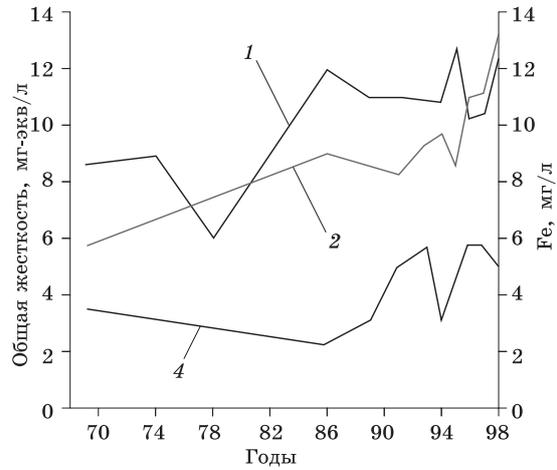
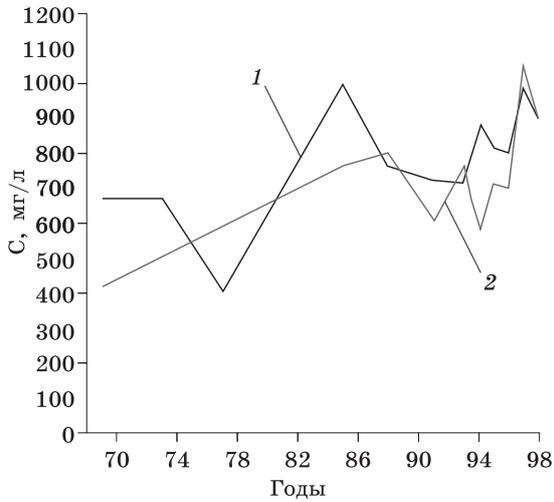
Таблица 2

Характеристика водозаборных скважин

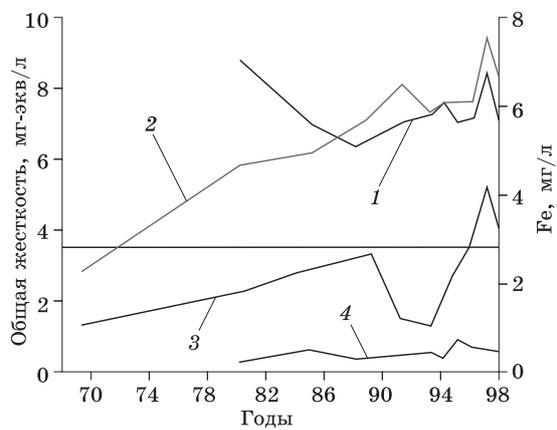
Местоположение скважины	Адрес	Эксплуатационный водоносный горизонт	Глубина скважины, м	Глубина залегания, м	Стат. ур., м	Водоотбор, м <sup>3</sup> /сут	Выявленные превышения над ПДК
<b>ЛЮБЕРЕЦЫ</b>							
ВЗУ-1	Космонавтов ул.	C <sub>2</sub> pd	140,0	50,00	53,0	2408	Мутность 3,3; железо 17; общая жесткость 1,5; сухой остаток 0,9; аммоний 2,2; окисл. 0,85
		C <sub>2</sub> pd	140,0	50,00	54,0	2098	
		C <sub>1</sub> ok-pr	230,0	176,00	102,0	807	
ВЗУ-6	Комсомольская ул.	C <sub>3</sub> ksm + C <sub>2</sub> pd-mc	90,0	50,80	53,2	3080	Мутность 3,3; железо 11; общая жесткость 1,6; аммоний 0,96; окисляемость 0,8
		C <sub>3</sub> ksm + C <sub>2</sub> pd-mc	115,0	44,00	65,0	–	
		C <sub>2</sub> ks	172,5	128,00	90,0	1175	
ВЗУ-7	Танковый пр.	C <sub>2</sub> pd	115,0	55,50	57,0	3685	Мутность 2,2; железо 6,6; общая жесткость 1,24; аммоний 1,3; окисляемость 0,7
		C <sub>2</sub> pd	125,0	55,50	63,0	1296	
		C <sub>1</sub> ok-pr	240,0	186,25	104,4	845	
ВЗУ-8	Кирова ул.	C <sub>3</sub> ksm + C <sub>2</sub> pd-mc	100,0	42,20	58,0	598	Мутность 2,85; железо 8; общая жесткость 1,1
		C <sub>3</sub> ksm + C <sub>2</sub> pd-mc	115,0	38,50	56,0	946	
		C <sub>1</sub> ok-pr	241,0	195,60	96,7	1259	
ВЗУ-9	Михельсона ул.	C <sub>2</sub> pd	129,0	77,00	64,0	1097	Мутность 0,9; железо 2,45; общая жесткость 1,1
		C <sub>2</sub> pd	130,0	76,50	60,0	1164	
<b>Всего по городу Люберцы</b>						<b>40268</b>	
<b>Всего по Томилино – Малаховка</b>						<b>15296</b>	
<b>Всего по площадному водозабору</b>		C <sub>2</sub> ks C <sub>3</sub> ksm – C <sub>2</sub> pd-mc C <sub>2</sub> pd C <sub>1</sub> ok-pr				1175 4624 41660 8105	
<b>ИТОГО</b>						<b>55564</b>	

По динамике изменений концентраций за последние 30 лет, а также по уровню отношений их среднефоновых значений к ПДК можно оценить главные особенности

природно-техногенного геохимического воздействия на воды продуктивных водоносных горизонтов и для развития водоснабжения Люберецкого района (рисунок, а).



а



б

**Изменение концентраций компонентов – показателей качества подземных вод в многолетнем режиме:** а – ВЗУ-1; б – ВЗУ-2: 1 – общая жесткость (С1ок-пр); 2 – общая жесткость (С2+С3); 3 – железо (С2+С3); 4 – железо (С1ок-пр)

Воды некондиционного химического состава установлены в подольско-мячковском и окско-протвинском водоносном горизонте на водозаборных узлах 1, 3/4, 21, в пределах которых осуществляется переток загрязненных вод через гидрогеологические окна либо по затрубному пространству скважин. Характерно превышение среднефоновых концентраций над предельно допустимыми: аммоний – в 2–3 раза; окисляемость – в 0,60–0,85; общая жесткость – в 1,3–1,6; железо – в 11–17; мутность – до 3 раз. Так, по ВЗУ-1 в многолетнем режиме наблюдений суммарное количество минеральных веществ в воде возросло примерно в 2,5 раза, а содержание сульфатов и хлоридов увеличилось в 2–3 и в 10 раз соответственно (см. рисунок, а).

Подземные воды также содержат в сво-

ем составе повышенные фоновые концентрации отдельных природных компонентов (железо, фтор, кальций и магний формируют общую жесткость вод), отмечается высокая мутность вод. Такие воды циркулируют в районах расположения водозаборных узлов 7, 8, 9, 13, 19 в городе Люберцы и 11, 18 в поселке Малаховка (см. рисунок, б) [1].

По улучшению качества подземных вод, отбираемых на отдельных водозаборных узлах города Люберцы, предлагаются технические мероприятия: отключение водозаборных узлов от хозяйственно-питьевого использования или перевод на технические нужды; обезжелезивание методом аэрации и фильтрации перед мешанием в пропорции 1:1 с водопроводной водой.

Динамика изменений химического состава подземных вод для групп

водозаборных узлов, выделенных по показателям качества воды, различна. Предварительная оценка изменений на ближайшую перспективу возможна.

#### Выводы

Основной причиной загрязнения подземных вод в Люберецком районе Московской области является состояние водозаборных скважин, 30...60 % которых требуют ремонта и дополнительного бурения. Загрязнение подземных вод происходит из-за загрязненного поверхностного стока транзитных рек и отсутствия системы ливневой канализации.

В районе только 50 % жителей города Люберцы и около 30 % жителей поселков используют воду, прошедшую очистку на станциях обезжелезивания. Большинство водозаборных узлов в районе построено в 50-70-х годах прошлого столетия. Не лучше обстоит дело и с водоотведением. Практически все канализационные насосные станции морально и физически устарели.

Решение вопроса качественного водоснабжения жителей Люберецкого района возможно за счет подключения к внешним источникам водоснабжения, строительства новых, реконструкции старых водозаборных узлов, оборудованных современными системами очистки воды, за счет проведения профилактических и ремонтных работ.

Для выработки стратегии обеспечения жителей Люберецкого муниципального района качественной питьевой водой необходимо провести работы по обследованию водозаборных узлов и составлению гидравлических расчетов систем водоснабжения Люберецкого района.

1. Шварц И. Подмосковью угрожает большой дефицит питьевой воды // Строительная газета. – № 30. – 2003.

2. Концепция развития системы водоснабжения Люберецкого района Московской области. – М.: Концерн «Экопроект-строй», 1998. – С. 1–40.

3. Бородин В. Проблема наступает на пятки. Люберецкая панорама // Общ.-полит. газета. – № 50 (120). – 2007. – 17 июля.

4. О состоянии окружающей среды Московской области в 2002 году: Государственный доклад / Под ред. Н. В. Гаранькина, Н. Г. Рыбальского и В. В. Снакина. – М.: НИИ-Природа, 2003. – С. 43–52.

Материал поступил в редакцию 19.06.13.

*Соколова Светлана Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Комплексное использование водных ресурсов»*

*Тел. 8 (499) 976-21-56.*

*E-mail: sokolovasvetlana@mail.ru*

УДК 502/504:627.51

**В. И. СМЕТАНИН, А. Н. НАСОНОВ, И. М. ЖОГИН**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

**И. В. ЦВЕТКОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный университет»

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН ВОЗВЕДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПРОТИВОПАВОДКОВЫХ ДАМБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

*Предложен способ определения локальных критических состояний речной системы с использованием фрактального анализа. Рассмотрены мелиоративные технологии природообустройства среды как инструмента регуляции состояний через понижение фрактальной размерности.*

*Фрактальная размерность среды, фрактальная модель паводковых наводнений, защитные противопаводковые дамбы, флуктуации абиогенных нагрузок.*

*There is proposed a method of determination of critical states of the river system using a fractal analysis. Reclamation technologies are considered for environmental engineering as a means of the states control through fractal dimension reduction.*

*Fractal dimension of the medium, fractal model of flood inundation, protective flood dams, fluctuations of abiogenous load.*