

УДК 571:556.388.2

## ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ Г. ЮЖНО-САХАЛИНСКА

**Сахаров Валерий Александрович,**

канд. геол.-минерал. наук, заведующий лабораторией физико-химических исследований Сахалинского государственного университета, Россия, 693008, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290. E-mail: sakhsakh@yandex.ru

**Морозова Ольга Анатольевна,**

науч. сотр. лаборатории физико-химических исследований Сахалинского государственного университета, Россия, 693008, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290. E-mail: sgi84@mail.ru

**Жукова Юлия Андреевна,**

студентка кафедры геологии и природопользования Сахалинского государственного университета, Россия, 693008, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290. E-mail: yulia.zhukowa@mail.ru

**Актуальность работы** обусловлена существованием необходимости установления особых условий землепользования в пределах зон санитарной охраны водозаборов подземных вод согласно действующим нормативным актам. Границы зон санитарной охраны второго и третьего поясов определяются расчетным путем для условного инертного трассера без учета нейтрализующих (обезвреживающих) факторов. В то же время природный гидроминеральный комплекс, в определенных условиях, обладает способностью задерживать и разлагать загрязняющие вещества, не позволяя поллютантам мигрировать на значительные расстояния. После проведения необходимых исследований размеры зон санитарной охраны можно сократить до минимально необходимых без ущерба для безопасности эксплуатации водозаборов. Это весьма актуально для населенных пунктов, на территориях которых имеются водозаборы подземных вод.

**Цель работы:** определение реальных размеров границ зон санитарной охраны водозаборов подземных вод с учетом способности гидроминерального комплекса препятствовать миграции загрязняющих веществ из поверхностных источников загрязнения по водоносным горизонтам и комплексам.

**Методы исследования:** лабораторное определение минералогического состава, валового содержания органических веществ и белка, определение емкости поглощения и состава обменного комплекса, состава поровых растворов и легкорастворимых солей, валового содержания фосфора и мышьяка в породах зоны аэрации и водовмещающих породах и химического состава подземных вод, включая микрокомпоненты. Лабораторные исследования направленности и интенсивности микробиологических процессов.

**Результаты.** Сделан вывод о блокировании геологической средой распространения поллютантов из поверхностных источников загрязнения в непосредственной близости от самих источников. Определены возможности природной микробной популяции в деградации органических загрязнителей. Рекомендовано на территории Сусунайского артезианского бассейна устанавливать границы зон санитарной охраны второго и третьего поясов в пределах границы зоны санитарной охраны первого пояса.

**Ключевые слова:**

Зона санитарной охраны, источник загрязнения, гидроминеральный комплекс, автотрофный процесс, гетеротрофный процесс, микробиологический барьер, обменная емкость пород.

Санитарно-эпидемиологические требования к организации и эксплуатации зон санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения установлены СанПиН 2.1.4.1110–02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» [1]. Согласно этому документу размеры границ первого пояса фиксированы, размеры границы второго и третьего поясов определяются расчетным методом. Наиболее часто расчеты выполняются по методике, изложенной в [2, 3]. При этом не учитываются природные факторы, препятствующие миграции возможных поллютантов с поверхности земли к фильтрам водозаборных скважин [4]. Расчетные площади ЗСО имеют огромные размеры, и, если соблюдать санитарные нормы, на значительные территории должны быть наложены сервитуты, ограничивающие виды землепользования. Как правило, на

городских территориях выдержать регламенты в ЗСО не представляется возможным [5, 6]. Таким образом, возникает правовые противоречия между сложившимся землепользованием и требованиями к санитарному содержанию ЗСО [7, 8].

Не исключением является и город Южно-Сахалинск. В пределах городской черты расположено более 200 водозаборов подземных вод хозяйственно-питьевого назначения, и, если нанести на карту города границы ЗСО всех водозаборов, практически на всю территорию должны быть наложены соответствующие ограничения землепользования. Однако сложившаяся ситуация остается неизменной на протяжении десятков лет. Вместе с тем не было ни одного случая запределного загрязнения подземных вод на водозаборах, несмотря на, мягко говоря, неудовлетворительное санитарное состояние значительной части городской территории.

Причиной этого, очевидно, является высокая самоочищающая способность гидроминерального комплекса.

Для оценки способности гидроминерального комплекса препятствовать распространению загрязнения в подземных водах в настоящей работе обобщены результаты многолетних гидрогеологических исследований, выполненных на территории города под руководством и при участии авторов.

Цель работ – определение реальных размеров границ ЗСО водозаборов подземных вод с учетом способности гидроминерального комплекса препятствовать миграции загрязняющих веществ из поверхностных источников загрязнения по водоносным горизонтам и комплексам.

В административном отношении район исследований расположен на территории города Южно-Сахалинска Сахалинской области, в гидрогеологическом – в пределах Сусунайского межгорного артезианского бассейна второго порядка Сахалинской гидрогеологической складчатой области.

Чехол бассейна сложен рыхлыми и слабоуплотненными отложениями палеоген-неогенового и четвертичного возраста. Фундамент и борта Сусунайского артезианского бассейна сложены метаморфизованными интенсивно дислоцированными хлоритовыми сланцами, кварцитами позднемезозойского возраста.

Особенностями бассейна является значительное превышение областей питания над областями и очагами разгрузки подземных вод. Это определяет наличие значительных гидростатических напоров, в результате которых многие скважины являются самоизливающимися. Региональной областью разгрузки подземных вод является море, местной – реки, ручьи, вышележащие водоносные горизонты и комплексы.

Глубина залегания уровня подземных вод в центре низменности не превышает 1–3 м, увеличиваясь в прибортовых частях до 10 м и более. Ниже развиты напорные пластово-поровые воды, приуроченные к сравнительно выдержанным, этажно залегающим пластам галечников, песков, песчаников, разделенных прослоями глин, суглинков, супесей, приуроченных к неоплейстоценовым и слабо литифицированным неогеновым отложениям. Пьезометрические уровни устанавливаются на большей части территории выше земной поверхности и лишь в первых от поверхности одном–двух водоносных пластах могут устанавливаться ниже поверхности земли.

В палеогеновых и верхнемеловых отложениях воды напорные порово-пластовые. Значительно меньше распространены в этих отложениях безнапорные трещинные воды зоны выветривания. В вулканогенно-осадочных нерасчлененных палеоцен-мезозойских и мезозойских образованиях развиты напорные трещинные воды.

Воды, как напорные, так и грунтовые, пресные, по преобладающим ионам гидрокарбонатные кальциевые или натриевые.

Изучение динамики химического состава подземных вод проводилось в процессе многолетнего мониторинга по стандартной методике.

Детальное изучение и картирование техногенных источников загрязнения выполнялось посредством сплошного маршрутного обследования территории города.

Изучение самоочищающей способности гидроминерального комплекса выполнялось посредством лабораторных определений физико-химических свойств водовмещающих пород и пород зоны аэрации, а также активности микробиологических процессов. Исследования проводились в районах расположения жижесборников («у источника»), в удалении от сосредоточенных источников загрязнения («вне источника») и на площадке водозабора «Луговое» («на водозаборе»), что позволяет оценить наиболее характерные геоэкологические ситуации и обеспечивает представительность результатов.

Породы зоны аэрации и водоносного горизонта, как правило, являются средой, в которой в зависимости от состава и свойств пород при контакте их с загрязненными водами протекают те или иные физико-химические процессы (окислительно-восстановительные и тесно связанные с ними микробиологические процессы, ионный обмен, осаждение трудно растворимых солей и т. д.), приводящие к преобразованию не только химического состава загрязненных подземных вод, но и свойств горных пород. Исследуя последние, можно судить о направленности физико-химических процессов и о возможном распространении загрязнения по площади и глубине [9]. Специальные исследования по изучению самоочищающей способности природной среды выполнены в рамках оценочно-экспертных работ по изучению техногенного воздействия на подземные воды в районе водозабора «Луговое» [10] и включали:

- Бурение трех специальных опорных скважин глубиной 70 м каждая. Одна скважина расположена на площадке водозабора «Луговое» («на водозаборе»). Одна скважина относительно удалена от источников загрязнения («вне источника»). Одна скважина пройдена в непосредственной близости от жижесборников птицефабрики («у источника»).
- Определение минералогического состава образцов керн с акцентированием внимания на наиболее активной их составляющей – глинистых минералах и органических включениях.
- Определение валового содержания органических веществ в образцах керн.
- Определение емкости поглощения и состава обменного комплекса в образцах керн.
- Химический анализ водных вытяжек из образцов керн для определения состава поровых растворов и легкорастворимых солей.
- Определение валового содержания фосфора и мышьяка в образцах керн, учитывая, что фосфор и мышьяк являются индикаторами органического загрязнения.

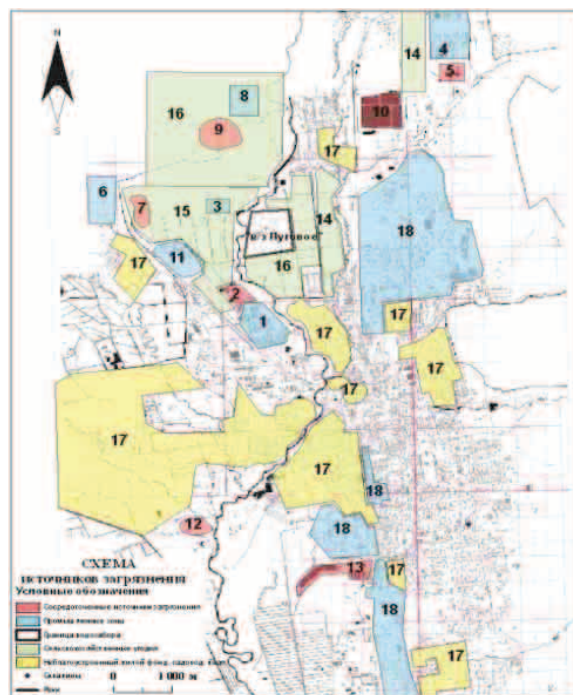
- Определение содержания микроэлементов в пробах.
  - Определение в образцах пород содержания белка, являющегося индикатором наличия в водоносном горизонте биологически активных химических элементов, таких как N, P, K, Fe, S.
  - Изучение микробиологических процессов.
- Исследования проводились в районе водозабора «Луговое», т. к. этот район наиболее хорошо изучен в гидрогеологическом отношении [11]. Также в районе расположены наиболее типичные источники загрязнения подземных вод, причем сразу за оградой водозабора расположены сельскохозяйственные угодья, на которых применяются органические и минеральные удобрения и ядохимикаты (рис. 1). В силу идентичности геолого-гидрогеологических условий результаты исследований на данной площади могут быть распространены на всю территорию Сусунайского артезианского бассейна.

#### Результаты изучения влияния источников загрязнения на подземные воды

В районах расположения жижесборников и свалок бытовых отходов наблюдается загрязнение подземных вод хлоридами, гидрокарбонатами, сульфатами, железом, аммонием, органическими веществами (окисляемость). Интенсивность загрязнения достигает по железу 500 ПДК (151 мг/дм<sup>3</sup>, 60 ед. фона), по аммонии – 15 ПДК (35 мг/дм<sup>3</sup>, 35 ед. фона), по органическим веществам – 17 ПДК (84 мг/дм<sup>3</sup>, 26 ед. фона). Концентрации остальных компонентов не выходят за рамки предельно допустимых для питьевых вод [12, 13].

Загрязнение подземных вод в районе гидрозолоотвала ТЭЦ, хотя и незначительное, достигает 150 м по глубине. Оно проявляется в превышении фона по марганцу, литию, кобальту, цинку, хлоридам, нитритам и нитратам. Превышение ПДК наблюдается только по марганцу (3 ПДК). Наибольшему загрязнению подвергаются грунтовые воды [14, 15]. Загрязнение проявляется в превышении фона (единиц фона) по марганцу (до 5,7), ванадию (до 4,4), бария (до 26, 1), стронцию (до 3), кобальту (>1), меди (до 6,4), хрому (до 4,6), ртути (до 4, 4), цинку (до 4,1), свинцу (до 2,0), натрию (до 4,3), азоту аммонийному (до 1,3), кальцию (до 5,4), магнию (до 2,8), железу (до 9,8), хлоридам (до 15,3), сульфатам (до 45,5), нитритам, нитратам, гидрокарбонатам.

Детальный анализ многолетних данных позволяет сделать вывод о том, что значительное загрязнение подземных вод локализовано в грунтовом водоносном горизонте на небольшом удалении от сосредоточенных источников загрязнения [16]. По латерали концентрации загрязняющих веществ резко уменьшаются на расстоянии первых десятков метров от границы источника. По вертикали загрязнение уверенно идентифицируется на глубину до 30 м.



**Рис. 1.** Схема источников загрязнения. Потенциальные источники загрязнения: 1 – птицефабрика Островная, 1-я очередь, производственная зона; 2 – птицефабрика Островная, 1-я очередь, жижесборники; 3 – птицефабрика Островная, 2 очередь, производственная зона; 4 – птицефабрика Первомайская, производственная зона; 5 – птицефабрика Первомайская, жижесборники; 6 – свиноводческий комплекс «Сахалинский бекон», производственная зона; 7 – свиноводческий комплекс «Сахалинский бекон», жижесборники; 8 – Комплекс рогатого скота (КРС) совхоза «Комсомолец», жижесборники; 9 – Комплекс рогатого скота (КРС) совхоза «Комсомолец», жижесборники; 10 – гидрозолоотвал ТЭЦ-1; 11 – склад средств химизации сельского хозяйства; 12 – городская свалка; 13 – очистные сооружения канализации (ОСК-7); 14 – сельхозполя совхоза «Тепличный»; 15 – сельхозполя комплекса «Сахалинский бекон»; 16 – сельхозполя совхоза «Комсомолец»; 17 – неблагоустроенный жилой фонд; 18 – производственные зоны предприятий

**Fig. 1.** Pattern of pollution sources. Potential pollution sources: 1 is the island poultry plant, 1 priority, production area; 2 is the island poultry plant, 1 priority, liquid manure tanks; 3 is the island poultry plant, 2 priority, production area; 4 is the Pervomayskaya poultry plant, production area; 5 is the Pervomayskaya poultry plant, liquid manure tanks; 6 is the pig-breeding complex «Sakhalin beckon», production area; 7 is the pig-breeding complex «Sakhalin beckon», liquid manure tanks; 8 is the cattle complex of sovkhos «Komsomolets», production area; 9 is the cattle complex of sovkhos «Komsomolets», liquid manure tanks; 10 is the hydro-ash-disposal area TPP-1; 11 is the warehouse of agricultural chemicalization agents; 12 is the city dump; 13 is the sewage treatment facilities (STF-7); 14 is the agricultural fields of sovkhos «Teplichny»; 15 is the agricultural fields of the complex «Sakhalin beckon»; 16 is the agricultural fields of sovkhos «Komsomolets»; 17 is the housing without modern conveniences; 18 are the production areas of enterprises

В районах рассредоточенных источников воздействия (сельскохозяйственные угодья, неблагоустроенный жилой фонд, садоводческие товарищества) загрязнение подземных вод весьма умеренное. Наблюдается незначительное превышение фоновых концентраций отдельных компонентов химического состава.

В результате специальных исследований установлено, что литологические разности зоны аэрации и водовмещающих отложений представлены плохо отсортированным материалом: это либо глины, содержащие включения песка, гальки, гравия, либо песчано-гравийно-галечные отложения с высоким содержанием тонкодисперсного глинистого материала. Практически все слои в большей или в меньшей степени содержат органический материал как в виде плохо разложившихся растительных остатков, так и в виде гумусового вещества. Наличие в разрезе захороненных илов с большим количеством органики, а также глин и алевроитов создает в водоносном горизонте восстановительные условия, что подтверждается низкими значениями величин  $E_h$  (до  $-100$  mv), а также наличием в отложениях 2-х валентного железа в различных минеральных образованиях, придающих отложениям в целом зеленый цвет. Основными в процентном отношении глинистыми минералами являются смешаннослойные хлорит-монтмориллонитовые и гидрослюдисто-монтмориллонитовые минералы; хлорит и гидрослюда содержатся в подчиненном количестве. Из прочих минералов в тонкодисперсной фазе присутствуют кварц и полевой шпат.

Емкость поглощения глин составляет 20,6–29,8, алевроитов 17,2–33,6, суглинков и супесей 12,4–21,3 мг-экв./100 г породы.

В составе обменных катионов преобладает кальций (его содержание достигает 10...20 мг-экв./100 г породы), содержание ионов натрия и калия, как правило, не превышает 1...2 мг-экв./100 г породы. Породы имеют ярко выраженный континентальный тип поглощенного комплекса, что свидетельствует о высокой степени их промытости. В целом глинистые отложения обладают достаточно высокой поглощающей способностью. Наличие органики в породах также повышает их поглощающую способность [17, 18].

Активность микробиологических процессов исследовалась в основном в грунтовом водоносном горизонте по двум профилям, представляющим наибольший интерес: первый профиль – птицефабрика – водозабор «Луговое», второй – свиноводческий комплекс – водозабор «Луговое». В результате микробиологических исследований во всех пробах обнаружены как денитрифицирующие, так и нитрифицирующие микроорганизмы. Численность денитрификаторов колебалась в пределах  $10^5$ ... $10^{10}$  кл/дм<sup>3</sup>, численность нитрификаторов –  $10^3$ ... $10^5$  кл/дм<sup>3</sup>. Результаты определения численности микроорганизмов группы кишечной палочки указывают на очень серьезное загрязнение фе-

кальной микрофлорой проб, отобранных из скважин «у источника».

На рис. 2 в координатах скорость ассимиляции углерода ацетата – скорость ассимиляции углерода карбоната прямой линией разделены области преимущественного развития автотрофных и гетеротрофных микробиологических процессов. Линией разделен условный микробиологический процесс, в ходе которого в клетку включается 70 % углерода карбонатов и 30 % углерода ацетата, что соответствует максимальной величине ассимиляции неорганического углерода для большинства гетеротрофных микроорганизмов. Слева от прямой располагается область развития автотрофных микробиологических процессов ассимиляции углерода, справа – гетеротрофных. На рисунке видно, что около половины точек лежит в области гетеротрофных процессов, водорастворенного органического вещества. Скорость этого процесса изменяется в широком диапазоне (0,91...35,8 мкг·С/дм<sup>3</sup> сутки), что указывает на значительные возможности природной микробной популяции в интенсификации процессов деструкции потока органических загрязнителей.

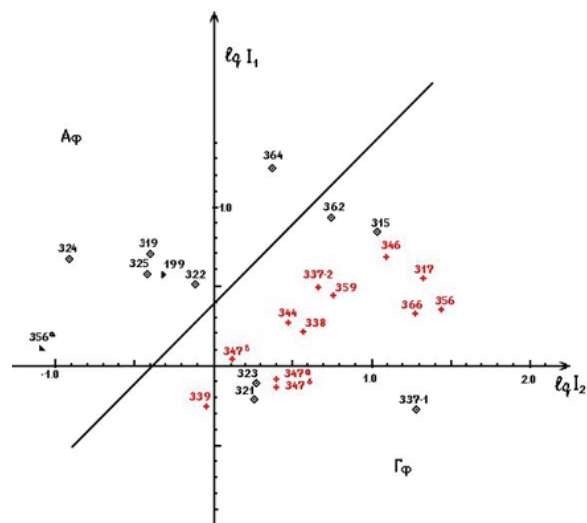


Рис. 2. Взаимосвязь величин скоростей включения в клетку органического  $I_2$  и неорганического  $I_1$  углерода. ( $\diamond$  – водозаборные скважины;  $\diamond$  – скважины, расположенные «вне источника»; + – скважины, расположенные «у источника»;  $\Gamma_\phi$  – область распространения преимущественно гетеротрофной микрофлоры;  $A_\phi$  – область распространения преимущественно автотрофной микрофлоры

Fig. 2. Relation of the values of the rates of including organic  $I_2$  and inorganic  $I_1$  carbon into a cell. ( $\diamond$  are the water wells;  $\diamond$  are the «out of the source» wells; + are the «near the source» wells;  $\Gamma_\phi$  is the region of distribution of mainly heterotrophic microflora;  $A_\phi$  is the region of distribution of autotrophic microflora

В области автотрофных процессов, в ходе которых скорость деструкции органического вещества незначительна, расположены скважины «вне источника». Если считать, что воды, залегающие ниже грунтовых, на участке водозабора не подверже-

ны влиянию поверхностного загрязнения, то данные, полученные по ним, можно рассматривать как контрольные. Фоновые средние значения содержания ацетата равны  $2,7 \text{ мг/дм}^3$ , изотопный состав углерода карбонатов равен  $16,2 \%$ , скорость микробиологической деструкции органического вещества  $2,0 \text{ мкг С/дм}^3 \text{ сутки}$ . Изотопный состав углерода карбонатов грунтовых вод у источников загрязнения существенно облегчен, что объясняется процессом окисления поступающей органики в ходе микробиологических процессов деструкции веществ загрязнителей. Содержание ацетата в подземных водах у источников загрязнения выше в 8 раз, а на водозаборе – в 2 раза. Скорость ассимиляции органического углерода на водозаборе в грунтовом горизонте выше в 3 раза, а в районе источников загрязнения – в 5 раз. Практически аналогично ведет себя и величина скорости ассимиляции неорганического углерода. Все это говорит о том, что подземные воды грунтового водоносного горизонта испытывают загрязнение органическим веществом практически на всей изучаемой территории, включая площадку размещения непосредственно водозабора «Луговое». Различия наблюдаются только по интенсивности загрязнения: максимальная интенсивность – «у источника», минимальная – «вне источника» и «на водозаборе». Отсутствие или весьма незначительные концентрации ингредиентов, характерных для такого типа загрязнения (нитратов, аммония, органических веществ), фиксируемые режимными гидрогеохимическими наблюдениями, объясняется тем, что природная популяция микроорганизмов способна существенно ограничивать распространение загрязнения, т. е. создается природный микробиологический барьер на границах очаговой зоны. Причем в существующих условиях (техногенных и гидрогеологических) этот барьер имеет некоторый запас прочности, т. к. максимальная зафиксированная скорость ассимиляции органического углерода составляет  $20,3...35,8 \text{ мкг С/дм}^3 \text{ сутки}$ , в то время как средняя «задействованная» активность микробиологических процес-

сов в зонах «у источника» характеризуется скоростью  $10,8 \text{ мкг С/дм}^3 \text{ сутки}$ .

Проведенный комплекс исследований позволяет сделать вывод о том, что породы четвертичных отложений, выполняющих Сусунайскую депрессию, обладают высоким «очищающим» потенциалом по отношению к рассматриваемым типам загрязнения. Эта способность определяется двумя основными факторами:

- 1) высокой обменной емкостью глинистой составляющей пород, обусловленной присутствием хлорит-монтмориллонитовых и гидрослюди-сто-монтмориллонитовых глинистых минералов, а также органических включений;
- 2) формированием в водоносном комплексе восстановительных условий, являющихся следствием значительной органогенности пород и обеспечивающих жизнедеятельность таких микроорганизмов, как денитрифицирующих, сульфатредуцирующих и водородпродуцирующих. В результате окислительно-восстановительных процессов и тесно связанных с ними микробиологических процессов в водоносных горизонтах существует потенциальная возможность разрушения органо-минеральных комплексов загрязняющих веществ, восстановления кислородсодержащих компонентов ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), а также осаждения различных минеральных образований металлов.

Таким образом, опыт более чем 40-летней эксплуатации водозаборов подземных вод, расположенных на территории г. Южно-Сахалинска, и результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, распространение поллютантов из поверхностных источников загрязнения блокируется гидроминеральным комплексом в непосредственной близости от самих источников, что гарантирует безопасную эксплуатацию водозаборов подземных вод, расположенных даже в самой неблагоприятной санитарной обстановке. Границы ЗСО второго и третьего поясов в условиях Сусунайского артезианского бассейна рекомендуется устанавливать в пределах границы ЗСО первого пояса [19, 20].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1110-02. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». Зарегистрировано в Минюсте РФ 24.04.2002. № 3399. – М., 2002. – 12 с.
2. Орадковская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. – М.: Недра, 1987. – 167 с.
3. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ второго и третьего поясов санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. – М.: ВНИИВВДГЕО, 1983. – 200 с.
4. Нахапетян А.К. О гидрогеологическом обосновании защищенности подземных вод применительно к расчетам зон санитарной охраны водозаборов подземных вод // Разведка и охрана недр. – 2014. – № 5. – С. 39–40.
5. Обустройство зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения. Аналитический материал Российской ассоци-
- ации водоснабжения и водоотведения // ВодаMagazine. – 2011. – № 7. – С. 30–33.
6. К вопросу оптимизации санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов зон санитарной охраны источников питьевого назначения / С.И. Плитман, Л.Е. Беспалько, И.Т. Ибрагимова, В.Н. Кошенков // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – № 3. – С. 13–14.
7. Соколова М.Ю. Проблемы соблюдения зон санитарной охраны в черте города при строительстве водозаборных узлов // Разведка и охрана недр. – 2014. – № 2. – С. 54–56.
8. Малинина Е.М., Корноухова И.Е. Зоны санитарной охраны подземных водозаборов // Вологодские чтения. – 2009. – № 76. – С. 97–99.
9. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода–порода. В 5 т. Т. 1: Система вода–порода в земной коре: взаимодействие, кинетика, равновесие, моделирование / В. А. Алексеев и др. / отв. ред. тома С.Л. Шварцев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 244 с.

10. Сахаров В.А., Мелкий В.А., Никонова Е.В. Оценка степени опасности возникновения неблагоприятной санитарно-эпидемиологической ситуации в водоносных горизонтах территории // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 5 (89). – С. 61–64.
11. Сахаров В.А. Зонирование урбанизированных территорий по геоэкологическому состоянию грунтовых вод: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Томск, 2010. – 22 с.
12. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003. № 4550. – М., 2003. – 94 с.
13. Челидзе Ю.Б., Фараонова И.И. Техногенное загрязнение подземных вод России, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения // Разведка и охрана недр. – 2013. – № 3. – С. 24–28.
14. Вдовина О.К., Малинина Е.Н., Попова А.Н. Экологическая роль геохимического фона // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 7. – С. 61–63.
15. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы Сан-ПиН 2.1.4.1074–01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Зарегистрировано в Минюсте РФ 31.10.2001. № 3011. – М., 2002. – 14 с.
16. Литвиненко З.Н. Влияние органических веществ на развитие микробных комплексов в подземных водах // Матер. конф. XVI краевого конкурса молодых ученых и аспирантов. – Хабаровск, 2014. – С. 238–242.
17. Кулаков В.В., Кондратьева Л.М. Биогеохимические аспекты очистки подземных вод Приамурья // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27. – № 1. – С. 109–118.
18. Кирюхин В.А., Норова Л.П. Гидрогеохимия городских агломераций // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 201–205.
19. Казаченко А.С. Нормативно-правовое и информационное обеспечение градостроительной деятельности в поселениях: Инженерно-экологические системы: матер. науч.-практ. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2012. – С. 200–204.
20. Ширина Н.В., Кононова О.Ю. Актуальность проблемы учета зон с особыми условиями использования территории // Вестник Белгородского государственного технологического университета. – 2014. – № 2. – С. 135–138.

Поступила 25.09.2015 г.

UDC 571:556.388.2

## JUSTIFICATION OF THE BOUNDARIES OF THE SANITARY PROTECTION ZONES OF GROUNDWATER INTAKES IN URBAN AREAS BY THE EXAMPLE OF YUZHNO-SAKHALINSK

**Valery A. Sakharov,**

Sakhalin State University, 290, Lenin street, Yuzhno-Sakhalinsk, 693008, Russia.

E-mail: sakhsakh@yandex.ru

**Olga A. Morozova,**

Sakhalin State University, 290, Lenin street, Yuzhno-Sakhalinsk, 693008, Russia.

E-mail: sgi84@mail.ru

**Yulia A. Zhukova,**

Sakhalin State University, 290, Lenin street, Yuzhno-Sakhalinsk, 693008, Russia.

E-mail: yulia.zhukowa@mail.ru

*The relevance of the work is caused by the need to establish special land use conditions within the zones of sanitary protection and third zones according to the existing standard regulations. At the same time, natural hydromineral complex, in certain conditions, has the ability to delay and decompose pollutants, allowing the pollutants to migrate over significant distances. After necessary research, the size of the sanitary protection zones can be reduced to the minimum necessary without compromising safety of operation of water intakes. This is highly relevant to human settlements on the territories with are groundwater intakes.*

*The aim of the research is to determine the true dimensions of the boundaries of sanitary protection zones of groundwater intakes considering the capacity of hydromineral complex to prevent the migration of contaminants from surface sources of pollution in aquifers and complexes.*

*Methods:* laboratory determination of mineralogical composition, total content of organic substances and protein, determination of absorption capacity and composition of the exchange complex, composition of pore solutions and readily soluble salts, total content of phosphorus and arsenic in the rocks of aeration zone and water-bearing rocks and chemical composition of groundwater, including trace components. Laboratory studies of direction and intensity of microbiological processes.

*Results.* The authors made a conclusion on freezing by geological medium the pollutant distribution from surface sources in the immediate vicinity of the sources; defined the capabilities of natural microbiat populations in degradation of organic pollutants. It is recommended to determine on-site the Susunaiki artesian basin the boundaries of sanitary protection zones of the second and the third belts within the boundary of sanitary protection zone of the first belt.

### **Key words:**

Sanitary protection zone, source of pollution, hydro-mineral complex, autotrophic process, heterotrophic process, microbiological barrier, exchange capacity of rocks.

## REFERENCES

- Sanitarnye pravila i normativy SanPiN 2.1.4.1110–02 «Pitevaya voda i vodosnabzhenie naselennykh mest. Zony sanitarnoy okhrany istochnikov vodosnabzheniya i vodoprovodov pitevogo naznacheniya». Postanovlenie glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha ot 14.03.2002 № 10 [Sanitary rules and norms SAnPin 2.1.4.1110–02 Drinking water and water supply of settlements. Sanitary protection zones of water supply sources and drinking water pipelines]. 12 p.
- Oradovskaya A.E., Lapshin N.N. *Sanitarnaya okhrana vodozaborov podzemnykh vod* [Sanitary protection of underground water intake areas]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 167 p.
- Rekomendatsii po gidrogeologicheskim raschetam dlya opredeleniya granits vtorogo i tretogo pojasov sanitarnoy okhrany podzemnykh istochnikov khozyaystvenno-pitevogo vodosnabzheniya* [Recommendations in hydrogeological calculations to determine the boundaries of the second and third sanitary protection belts of utility and drinking water supply]. Moscow, VNIIVODGEO Publ., 1983. 200 p.
- Nakhapetyan A.K. O gidrogeologicheskom obosnovanii zashchishchennosti podzemnykh vod primenitelno k raschetam zon sanitarnoy okhrany vodozaborov podzemnykh vod [Hydrogeological justification of groundwater protection in respect to calculations of sanitary protection of underground water intakes]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 5, pp. 39–40.
- Obustroystvo zon sanitarnoy okhrany istochnikov pitevogo vodosnabzheniya. Analiticheskiy material Rossiyskoy assotsiatsii vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Arrangement of sanitary protection areas of drinking water supply sources. Analytical material of Russian water and sanitation association]. *VodaMagazine*, 2011, no. 7, pp. 30–33.
- Plitman S.I., Bepalko L.E., Ibragimova I.T., Koshenkov V.N. K voprosu optimizatsii sanitarno-epidemiologicheskoy ekspertizy proektov zon sanitarnoy okhrany istochnikov pitevogo naznacheniya [Optimization of sanitary-epidemiological expertise of the projects of sanitary protection areas of drinking water sources]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*, 2009, no. 3, pp. 13–14.
- Sokolina M.Yu. Problemy soblyudeniya zon sanitarnoy okhrany v cherte goroda pri stroitelstve vodozabornykh uzlov [Problems in compliance with sanitary protection areas within the city when constructing water supply facilities]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 2, pp. 54–56.
- Malinina E.M., Kornoukhova I.E. *Zony sanitarnoy okhrany podzemnykh vodozaborov* [Sanitary protection areas of underground water intakes]. *Vologdinskije chteniya*, 2009, no. 76, pp. 97–99.
- Alekseev V.A. *Geologicheskaya evolyutsiya i samoorganizatsiya sistemy voda–poroda*. T. 1: Sistema voda–poroda v zemnoy kore: vzaimodeystvie, kinetika, ravnovesie, modelirovanie [Geological evolution and self-organization of the system water–rock. V. 1. Water–rock system in earth crust: interaction, kinetics, balance, modeling]. Ed. by S.L. Shvartsev. Novosibirsk, SO RAN press, 2005. 244 p.
- Sakharov V.A., Melkiy V.A., Nikonova E.V. Otsenka stepeni opasnosti vozniknoveniya neblagopriyatnoy sanitarno-epidemiologicheskoy situatsii v vodonosnykh gorizontakh territorii [Estimation of hazard level of occurrence of high burden of sanitary-epidemiological situation in water-bearing strata on the territory]. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*, 2008, no. 5 (89), pp. 61–64.
- Sakharov V.A. *Zonirovanie urbanizirovannykh territoriy po geologicheskomu sostoyaniyu gruntovykh vod*. Avtoreferat Dis. Kand. nauk [Zoning of urban lands by geological state of ground waters. Cand. Diss.]. Tomsk, 2010. 22 p.
- Gigienicheskie normativy GN 2.1.5.1315–03 «Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh obektov khozyaystvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodo-polzovaniya». Zaregistrirvano v Minyuste RF 19.05.2003. № 4550 [Hygienic normatives GN 2.1.5.1315–03. Maximum permissible concentrations of chemicals in water and water objects of utility drinking and cultural-general water supply]. Moscow, 2003. 94 p.
- Chelidze Yu.B., Faraonova I.I. Tekhnogennoe zagryaznenie podzemnykh vod Rossii, ispolzuemykh dlya khozyaystvenno-pitevogo vodosnabzheniya [Technogenic pollution of underground waters in Russia, which are used for utility and drinking water system]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2013, no. 3, pp. 24–28.
- Vdovina O.K., Malinina E.N., Popova A.N. Ekologicheskaya rol geokhimicheskogo fona [Ecological role of geochemical background]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2012, no. 7, pp. 61–63.
- Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.1.4.1074–01. «Pitevaya voda. Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pitevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva»*. Zaregistrirvano v Minyuste RF 31.10.2001. № 3011 [Sanitary rules and norms SAnPin 2.1.4.1074–01 Drinking water. Hygienic requirements to water quality in central systems of drinking water supply. Water quality]. Moscow, 2002. 14 p.
- Litvinenko Z.N. Vliyaniye organicheskikh veshchestv na razvitie mikrobykh kompleksov v podzemnykh vodakh [Influence of organic substances on development of microbial complexes in underground waters]. *Materialy konferentsii XVI kraevogo konkursa molodykh uchenykh i aspirantov* [Materials of the conference of the XVI regional competition for young scientists and postgraduates students]. Khabarovsk, 2014. pp. 238–242.
- Kulakov V.V., Kondrateva L.M. Biogeokhimicheskie aspekty ochistki podzemnykh vod Priamurya [Biogeochemical aspects of estimating underground waters of Amur river region]. *Russian Journal of Pacific Geology*, 2008, vol. 27, no. 1, pp. 109–118.
- Kiryukhin V.A., Norova L.P. Gidrogeokhimiya gorodskikh aglomeratsiy [Hydrogeochemistry of city regions]. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 321, no. 1, pp. 201–205.
- Kazachenko A.S. Normativno-pravovoe i informatsionnoe obespechenie gradostroitelnoy deyatelnosti v poseleniyakh [Regulatory and information support of urban development in settlements]. *Inzhenerno-ekologicheskie sistemy: Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. scientific-practical conference. Engineering and ecological systems.]. St-Petersburg, SPbGASU Press, 2012. pp. 200–204.
- Shirina N.V., Kononova O.Yu. Aktualnost problemy ucheta zon s osobymi usloviyami ispolzovaniya territorii [Relevance of the problem of considering zones with special conditions of using territories]. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, no. 2, pp. 135–138.

Received: 25 September 2015.