

10. Двужилова С.Н., Вавилова Г.В., Сергеев В.Я., Юрченко В.В. Структурная схема системы управления освещением автомобильных дорог // Colloquium-journal. – 2020. – № 25-1 (77). – С. 31-33.
11. Баус С.С., Вавилова Г.В., Мойзес Б.Б., Плотникова И.В. Исследование эксплуатационных свойств защитного свинцового экрана рентгеновских систем// Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – № 5. – с. 7-12.
12. Мойзес Б.Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных // Б.Б. Мойзес, И.В. Плотникова, Л.А. Редько – Москва: Сер. 76 Высшее образование (2-е издание) - 2020. – 118 с.

УДК 556.314.6(282.256.1)

## **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Владимирова Ольга Николаевна, Пасечник Елена Юрьевна, Савичев Олег Геннадьевич*  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*  
 E-mail: onv-2018@yandex.ru, paseyu@yandex.ru, OSavichev@mail.ru

## **TRACE ELEMENTS IN UNDERGROUND WATER AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY**

*Vladimirova Olga Nikolaevna, Pasechnik Elena Yurievna, Savichev Oleg Gennadievich*  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** выполнен анализ химического состава подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения в бассейне Верхней Оби. В работе произведен сравнительный анализ микроэлементного состава 1989 г. и 2019 г. В исследуемых водах выявлено, что уровень содержания большинства изученных микроэлементов, обычно меньше установленных в Российской Федерации нормативов качества. Однако есть превышения допустимых концентраций некоторых микроэлементов, которые без соответствующей водоподготовки могут воздействовать на организм человека. Это обусловлено, прежде всего, влиянием природных факторов, а именно, поступлением химических элементов из водовмещающих пород эксплуатируемых горизонтов и преобладанием процессов аккумуляции над выведением из раствора или выносом из водоносного горизонта.

**Abstract:** the analysis of the chemical composition of groundwater used for household and drinking water supply in the Upper Ob basin is carried out. In the work, a comparative analysis of the trace element composition of 1989 and 2019 was carried out. In the studied waters, it was revealed that the level of the majority of the studied trace elements is usually lower than the quality standards established in the Russian Federation. However, there is an excess of the permissible concentrations of some trace elements, which, without appropriate water treatment, can have a toxic effect on the human body. This is primarily due to the influence of natural factors, namely, the influx of chemical elements from the water-bearing rocks of the exploited horizons and the predominance of accumulation processes over removal from solution or removal from the aquifer.

**Ключевые слова:** микроэлементный состав; подземные воды; Верхняя Обь; Алтай-Саянская гидрогеологическая складчатая область; Западно-Сибирский артезианский бассейн.

**Keywords:** trace element composition; groundwater; the Upper Ob; the Altai-Sayan hydrogeological fold region; the West Siberian artesian basin.

Химический состав подземной гидросферы в целом зависит от множества естественных и антропогенных факторов, в том числе состава породы, с которой взаимодействуют воды. Дополнительными факторами, определяющими гидрохимический тип воды, являются длительность контакта с горной породой, типы почв, и даже таяние льда.

При различных видах антропогенной деятельности в поверхностные и подземные воды попадает много несвойственных для них химических веществ. Изменениям подвержен даже макрокомпонентный состав вод. Как правило, невозможно однозначно описать причинно-следственные связи во всех случаях подобных изменений. Для понимания процессов нужно проанализировать многие химические параметры воды в многофакторной системе взаимодействия воды с окружающей природной средой.

Исследуемая территория бассейна р. Оби соответствует гидрогеологическим регионам – Западно-Сибирский артезианский бассейн (ЗСАБ) и Алтае-Саянская гидрогеологическая складчатая область (АСГСО). В административном отношении территории соответствуют ЗСАБ – Томская, Новосибирская области и Алтайский край) и АСГСО – участки территории Республики Алтай, Алтайского края, Кемеровской, Новосибирской и Томской областей.

Цель работы – сравнительный анализ микроэлементного состава подземных питьевых вод в бассейне Верхней Оби.

Объектом исследования являются подземные воды, эксплуатируемых горизонтов верхней гидрогеодинамической зоны в пределах ЗСАБ и АСГСО (табл. 1).

Западно-Сибирский артезианский бассейн обладает складчатым фундаментом, сложенный породами палеозоя, и чехол, образованный осадочными отложениями мезозойского и кайнозойского возрастов. В разрезе последних наблюдаются два гидрогеологических этажа с отличающимися условиями формирования подземных вод, разделены региональным водоупором верхнемелового-палеогенового возраста. Верхний гидрогеологический этаж большей частью представляет многослойную толщу, и включает в себя около 30 водоносных горизонтов в палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях. Подземные воды верхнего этажа используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, поскольку являются пресными и инфильтрационного генезиса. Источником водоснабжения для северной оконечности Кузнецкого Алатау являются водоносные мезозойские отложения [2; 5].

Алтае-Саянская гидрогеологическая складчатая область охарактеризована двумя гидрогеологическими этажами (верхний представлен рыхлыми мезо-кайнозойским отложениями, нижний – сложен палеозойскими и протерозойскими породами различного генезиса) и обширно развиты трещинно-жильные воды. Поровые воды распространены в четвертичных отложениях речных долин и прилегающих территорий. Источником хозяйственно-питьевого назначения употребляются подземные воды нижнего этажа, несколько реже – верхнего [2].

Наличие химического состава воды позволяет определить ее соответствие нормативам по разным показателям. Безвредность воздействия воды на организм человека должно соответствовать нормам ПДК на территории Российской Федерации и регламентируется СанПиН 2.1.4.1074-01 [7].

Оценили качество вод по ряду показателей: Mg, Na, общая жесткость, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Mn, Fe (см. рисунок 1). По показателям Na, Cl превышение ПДК не было выявлено ни в одной пробе. Компоненты Mg и SO<sub>4</sub> превышение по ПДК показали по нескольким пробам в Горном Алтае. Параметры жесткость и NO<sub>3</sub> не были выявлены превышений только в Алтайском крае. Для изучаемой территории характерны высокие фоновые содержания Mn и Fe в подземных водах, что характерно для районов с гумидным климатом. Как правило, марганец является спутником железа, а в условиях, где вода дольше находилась в контакте с породой, чаще встречаются в глубоких скважинах.

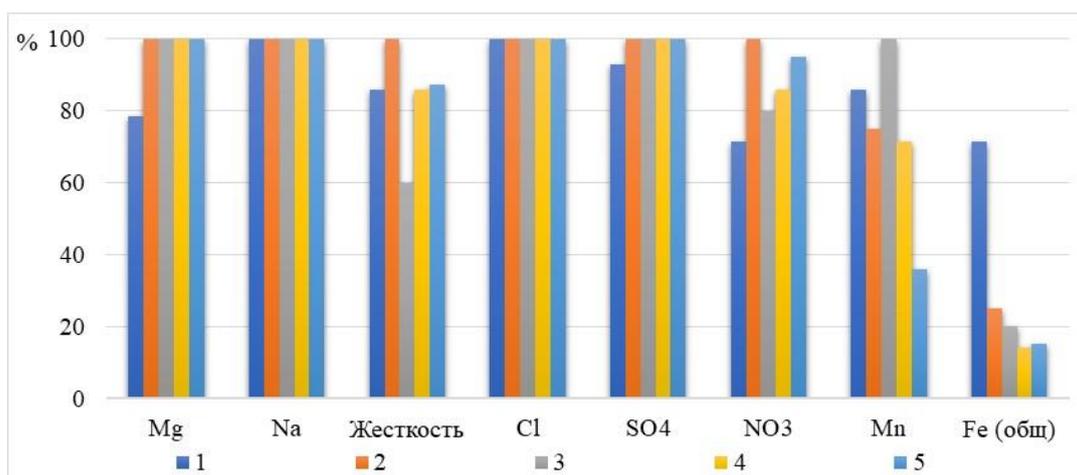


Рисунок 1 – Качество подземных вод территории Верхняя Обь

1 – Горный Алтай, 2 – Алтайский край, 3 – Новосибирская область, 4 – Кемеровская область, 5 – Томская область

Изменение минерализации и химического состава подземных вод закономерно увеличивается в суммарном содержании растворенных солей при снижении интенсивности водообмена, поскольку увеличивается время взаимодействия в системе «вода – порода». Проявляется в отложениях неогена с наихудшими фильтрационными свойствами. Участки с наибольшими значениями минерализации соответствуют горностепным участкам межгорных котловин и лесостепным участкам предгорных районов [6]. Формула Курлова для каждой пробы приведена в таблице. По всей территории, изученных вод распространены в основном пресные воды, за исключением двух участков в скважине д. Онгудай (2019 г), и в скважине д. Тальменка (1989 г.) проявляются солоноватые воды. По величине pH воды изменяются от нейтральных до слабощелочных (6,8-8,11). В целом, подземные воды Верхней Оби являются гидрокарбонатно-кальциево-магниевого состава.

Таблица – Формула Курлова подземных вод в бассейне Верхней Оби по результатам отбора проб в 2019 и 1998 г.

| Наименование объекта  | Формула солевого состава  | Наименование объекта            | Формула солевого состава   |
|-----------------------|---|---------------------------------|--|
|                       | 2019 г.   |                                 | 1989 г.  |
| 1.Боровиха (скв. н)   | -   | 11. Курай (скв. э)              | $M0,2 \frac{HCO_3 81 SO_4 15}{Ca 49 Mg 43} pH 7,4$                           |
| 2. Хабазино (скв. н)  | -   | 14. Чибит (родник)              | $M0,2 \frac{HCO_3 83 SO_4 12}{Ca 68 Mg 27} pH 7,4$                           |
| 3. Маслянино (скв. э) | $M0,5 \frac{HCO_3 94}{Ca 65 Mg 19} pH 7,66$                             | 15. Онгудай (скв. э)            | $M0,3 \frac{HCO_3 70 SO_4 18 Cl 11}{Ca 64 Mg 21 Na 14} pH 7,4$               |
| 4. Болотное (скв. н)  | $M0,2 \frac{HCO_3 92}{Mg 47 Ca 24 Na 22} pH 8,11$                       | 16. Муны (скв. э)               | $M0,2 \frac{HCO_3 81}{Ca 63 Mg 18 Si 11} pH 7,4$                             |
| 5. Кузедеево (скв. н) | $M0,3 \frac{HCO_3 92}{Ca 55 Mg 26} pH 7,93$                             | 12. Турочак (скв. э)            | $M0,1 \frac{HCO_3 89}{Ca 84} pH 7,4$   |
| 6. Маринск (скв. э)   | $M0,3 \frac{HCO_3 98}{Na 72 Ca 17} pH 7,30$                             | 17. Тальменка (скв. э)          | $M1,3 \frac{HCO_3 45 SO_4 22 NO_3 21 Cl 13}{Ca 50 (Na + K) 35 Mg 16} pH 6,8$ |
| 7. Чемал (скв. э)     | -   | 18. Баюновские Ключи (скв. э)   | $M0,4 \frac{HCO_3 98}{Ca 75 Mg 19} pH 7,4$                                   |
| 8. Онгудай (родник)   | -   | 19. Эстонка (скв. э)            | $M0,5 \frac{HCO_3 97}{Ca 62 Mg 22} pH 6,8$                                   |
| 9. Онгудай (скв. э)   | $M1,5 \frac{SO_4 47 HCO_3 22 NO_3 16 Cl 15}{Ca 46 Na 28 Mg 24} pH 7,67$ | 20. Томск (родник)              | -  |
| 10. Курай (родник)    | $M0,2 \frac{HCO_3 81 SO_4 12 NO_3 10}{Ca 72 Mg 19} pH 8,08$             | 21.Томский водозабор (скв. 56э) | $M0,6 \frac{HCO_3 99}{Ca 72 Mg 21} pH 7,2$                                   |

|                                    |   |   |
|------------------------------------|---|---|
| 11. Курай<br>(скв. э)              | $M0,3 \frac{HCO_3 75 SO_4 17}{Ca 56 Mg 27} pH 8,28$       | Примечание:<br>ЗСАБ – 1,2,4,6,14,17,19,20,21;<br>АСГСО – 3,5,7,8,9,10,11,13,15,16,18. |
| 12. Турочак<br>(скв. э)            | $M0,2 \frac{HCO_3 65 NO_3 22}{Ca 64 Mg 17 Si 10} pH 7,78$ |   |
| 13. Шебалино<br>(родник)           | -   |   |
| 21.Томский<br>водозабор (скв. 66э) | $M0,5 \frac{HCO_3 94}{Ca 64 Mg 28} pH 7,57$               |   |

В работе [6] произведен расчет критериев аддитивного воздействия растворенных веществ (сумма отношений фактической и предельно допустимых концентраций веществ первого и второго классов опасности). Сумма соотношений фактических и предельно допустимых концентраций веществ первого и второго класса опасности ( $\Sigma C_{1-2} / ПДК$ ) была больше единицы в подземных водных объектах в пунктах: Боровиха (1), Хабазино (2), Маслянино (3), Кузедеево (5), Мариинск (6), Чемал (7), Онгудай (8, 9, 15), Курай (11; в 1998 г.), Шебалино (13), Чибит (14), Турочак (12; в 1998 г.), Тальменка (17), Баюновские Ключи (18), Эстонка (19), в Обь-Томском междуречье (21).

В связи с распространением рудопроявлений и месторождений полезных ископаемых [4], выявленные участки с высоким содержанием концентраций микроэлементов в подземных водах объясняются природным происхождением.

Например, большинство проб анализа подземной воды показывают высокое содержание железа, поскольку изучаемая территория в целом совпадает с месторождениями черных металлов (железо – Таштагольское, Тейское, Казское, Анзасское, прилегающие территории к Бакчарскому рудопроявлению; титан – Туганское; марганец – Усинское) и, связано как с относительным концентрированием за счет выноса других элементов, так и поступлением соединений железа из водовмещающих пород. С выносом из водовмещающих пород (Салаирская и Урская группы месторождений меди, цинка, свинца, золота, барита [4]), видимо, можно связать и выявленные в ряде случаев высокие концентрации цинка и барита.

Однако, многочисленные рудопроявления концентрации золота, серебра и ртути весьма малы, что связано с их незначительной миграционной способностью в воде. В основном остальные микроэлементы в подземных водах сконцентрированы в количестве меньше допустимого [1; 3].

По полученным данным микрокомпонентного состава подземных вод (1998 и 2019 гг.), изучение показало, что по всей территории Верхней Оби только несколько компонентов превышают значения ПДК – Li, Br, Pb, Ba. Максимальное содержание лития (ПДК Li-30 мкг/л) и бария (ПДК Ba-700 мкг/л) в подземных водах зафиксировано в Алтайском крае п. Тальменка и составляет 49 мкг/л и 1941 мкг/л соответственно (1998 г.). Концентрация брома (ПДК Br-200 мкг/л) по пробам на 2019 г. выявлены превышения в скважинах Алтайский край – п. Хабазино 525,7 мкг/л и Республика Алтай – с. Онгудай 369,7 мкг/л. Концентрация свинца (ПДК Pb-10 мкг/л) по пробам на 2019 г. отмечено в скважине п. Хабазино Алтайского края и составляет 16,45 мкг/л.

Пресные подземные воды, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения в бассейне Верхней Оби в основном, являются пресными локально солоноватыми. По величине рН изменяются от нейтральных до щелочных и по составу в большинстве отобранных проб являются гидрокарбонатно-кальциево-магниевые. Уровень содержания большинства изученных микроэлементов в подавляющем числе случаев меньше установленных в Российской Федерации нормативов качества. Однако возможно их токсичное воздействие на организм человека при употреблении подземных вод без соответствующей водоподготовки на большей части рассматриваемой территории как по состоянию на 1998 г., так и в 2019 г. Это обусловлено, прежде всего, влиянием природных факторов, а именно, поступлением химических элементов из водовмещающих пород

эксплуатируемых горизонтов и преобладанием процессов аккумуляции над выведением из раствора или водоносного горизонта.

#### Список литературы

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода – порода. В 5 томах. Т. 2. Система вода – порода в условиях зоны гипергенеза / отв. ред. Б.Н. Рыженко. – Новосибирск: СО РАН, 2007. – 389 с.
2. Гидрогеология СССР. Т. 17. Кемеровская область и Алтайский край. М.: Недра, 1972. 398 с.
3. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / отв. ред Н.П. Лавёров. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
4. Недра России. В 2-х т. Т. 1. Полезные ископаемые / под ред. Н.В. Межеловского и А.А. Смыслова. – СПб. – М.: Горн. ин-т, Межрегион. центр по геол. картографии, 2001. – 547 с.
5. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / отв. ред. Е.В. Пиннекер. – М.: Недра, 1991. – 262 с.
6. Пасечник Е.Ю., Гусева Н.В., Савичев О.Г., Льготин В.А., Балобаненко А.А., Домаренко В.А., Владимирова О.Н. Микроэлементный состав подземных вод верхней гидрогеодинамической зоны в бассейне Верхней Оби как фактор формирования эколого-геохимического состояния // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов.
7. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения

УДК 65.3977

#### **РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС–ПРОЦЕССА «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ» ДЛЯ «НИИ АЭМ ТУСУР»**

*Гордеева Ирина Витальевна*

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск  
E-mail: gordeevairina9836@gmail.com*

#### **REENGINEERING OF THE BUSINESS PROCESS "MANAGEMENT OF NONCONFORMING PRODUCTS" FOR " NII AEM TUSUR"**

*Gordeeva Irina Vitalievna*

*Tomsk state University of control systems and Radioelectronics, Tomsk*

**Аннотация:** статья посвящена реинжинирингу бизнес-процесса. Описана суть реинжиниринга и необходимость его проведения, а также задачи реинжиниринга. Изучены виды анализа процесса и проведён анализ процесса. Были предложены мероприятия по улучшению процесса, на основании чего был проведён реинжиниринг процесса «Управление несоответствующей продукцией».

**Abstract:** the article is devoted to business process reengineering. The article describes the essence of reengineering and the need for it, as well as the tasks of reengineering. The types of process analysis are studied and the process analysis is performed. Measures were proposed to improve the process, on the basis of which the process "management of non-conforming products" was reengineered».