УДК 556.388

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Еремеева С.С., Караганова Н.Г., Гаврилов О.Е.

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, e-mail: amazonka1@rambler.ru, Eremeeva_Svetlana1978@mail.ru, gavrilov-o@mail.ru

Пресная вода является неоспоримой ценностью в жизни человека и ее хозяйственной деятельности. При современном объеме потребления и антропогенном прессинге особенно остро встает вопрос о количественных и качественных характеристиках этого ресурса. И если экологическое состояние поверхностных вод оценивается совокупностью воздействия на них как природных, так и антропогенных факторов, то для подземных вод фактор техногенного загрязнения в последнее время также становится решающим. В статье рассмотрена роль подземных вод в жизни населения страны и в обеспечении ее экологической безопасности. Проведена оценка качества подземных вод на территории Приволжского федерального округа (далее – ПФО), разнообразного в природно-географическом, урбанизированном, промышленно-аграрном отношении, во временном и пространственном аспектах. Обоснованы методы применения статистико-математических и картографических методов для анализа количественных и качественных показателей экологического состояния подземных вод. Оценка качества подземных вод проведена как по количественным показателям (запасы, добыча, извлечение), так и по качественным показателям – гидрохимическим и комплексным критериям загрязнения (по классам опасности загрязняющего вещества, по объектам загрязнения; по веществам; по интенсивности загрязнения) в динамическом аспекте на фоне экологического состояния подземных вод Российской Федерации. Для территориальной оценки применен метод типизации по критерию напряженности состояния. Выявлены антропогенные факторы, которые являются главенствующими при влиянии на загрязнение подземных вод в Приволжском федеральном округе. Рассмотрен комплекс мероприятий и процессов (общих и специальных) для улучшения экологического состояния подземных вод округа с выделением самого оптимального – реабилитационного (восстановительного) мероприятия.

Ключевые слова: подземные воды, качества воды, загрязняющие вещества, Приволжский федеральный округ

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF UNDERGROUND WATERS OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Eremeeva S.S., Karaganova N.G., Gavrilov O.E.

Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, Cheboksary, e-mail: amazonka1@rambler.ru, Eremeeva_Svetlana1978@mail.ru, gavrilov-o@mail.ru

Fresh water is an indisputable value in human life and its economic activities. With the current volume of consumption and anthropogenic pressure, the question of the quantitative and qualitative characteristics of this resource is particularly acute. And if the ecological state of surface waters is assessed by the combination of the impact of both natural and anthropogenic factors on them, then the factor of technogenic pollution for underground waters has also recently become crucial.The article considers the role of groundwater in the life of the country's population and in ensuring its environmental safety. Assessment of groundwater quality in the Volga Federal district (hereinafter – VFD), various natural-geographical, urban, industrial-agricultural relation in temporal and spatial aspects. Methods of application of statistical-mathematical and cartographic methods for the analysis of quantitative and qualitative indicators of the ecological state of underground waters are proved. The assessment of groundwater quality was carried out both by quantitative indicators (reserves, production, extraction) and by qualitative indicators – hydrochemical and complex pollution criteria (by hazard classes of the polluting substance, by objects of pollution; by substances; by the intensity of pollution) in a dynamic aspect against the background of the ecological state of underground waters of the Russian Federation. For the territorial assessment, the method of typing by the criterion of state intensity is applied. Anthropogenic factors that are dominant in influencing groundwater pollution in the Volga Federal district have been identified. A set of measures and processes (General and special) for improving the environmental condition of underground water in the district with the allocation of the most optimal – rehabilitation (recovery) measures.

Keywords: groundwater, water quality, pollutants, Volga Federal District

Одним из важнейших для человечества ресурсов является пресная вода. При современном промышленном развитии большинства регионов, наличии высокоурбанизированных территорий, обеспеченности транспортными магистралями и ориентации на интенсификацию добывающих отраслей оценка водных ресурсов, в том числе и подземных, является жизненной необходимостью в связи с всевозрастающими проблемами промышленной, экономической и особенно экологической безопасности.

Подземные воды играют значительную роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения, мелиорации, санаторно-курортном деле и для получения ценного химического сырья посредством промышленности. При этом отмечается тенденция к увеличению использования подземных вод для водоснабжения. Это объясняется тем, что подземные воды обладают лучшим

качеством, более надежно защищены от загрязнения и заражения.

В современных условиях важно не только наличие подземных вод, но и их качественные характеристики. На экологическое состояние природных объектов любой территории оказывает влияние ряд природных и антропогенных факторов [1]. Целью работы является оценка экологического состояния подземных вод Приволжского федерального округа как одного из самых высокоурбанизированных, освоенных в промышленном и сельскохозяйственном отношении округов Российской Федерации.

Материалы и методы исследования

Для оценки степени загрязненности подземных вод используются комплексные показатели, которые позволяют количественно оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества. Временная и пространственная динамика негативных изменений в состоянии подземных вод рассмотрена при помощи таких показателей, как доля участков загрязнения подземных вод по классам опасности загрязняющего вещества; доля участков по объектам загрязнения; доля участков загрязнения по веществам; доля участков по интенсивности загрязнения. Наиболее адекватными и визуализированными методами для оценки современного экологического состояния подземных вод ПФО являются примененные статистико-математические и картографические методы исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Общее количество оцененных запасов подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ на территории Российской Федерации на 01.01.2017 г. составило 80 840 тыс. м^3/сут. Из восьми федеральных округов ПФО занимает 2 место по запасам подземных вод (рис. 1) [2].

Территория федерального округа богата подземными водами (рис. 2). К сожалению, наблюдается постепенное сокращение общей величины запасов, добычи и извлечения подземных вод, темпы убыли которых составляют 10 и 15 % соответственно. Интенсивная эксплуатация подземных вод для целей водоснабжения приводит к снижению их уровня [3]. Наибольшее потребление подземных вод (от 500 до 1000 тыс. м^3/сут) приходится на республики Башкортостан и Татарстан.

Структура экологического состояния подземных вод ПФО отражена через долю участков подземных вод по классам опасности загрязняющего вещества. Основная доля приходится на 3 класс опасности – «опасные» (45 % и 56 % соответственно в 2015 и 2016 гг.). Доля высокоопасных и умеренно опасных загрязняющих веществ незначительно сократилась (на 5–3 %).

В Приволжском федеральном округе выявлено более 711 очагов загрязнения подземных вод, при этом почти 64 % приходится на промышленные объекты. По данному показателю ПФО стоит на втором месте после Сибирского федерального округа [4]. При динамике участков загрязнения подземных вод в ПФО по объектам загрязнения (рис. 3) наблюдается сокращение доли участков загрязнения подземных вод промышленными объектами практически в 2 раза. Доля участков загрязнения подземных вод сельскохозяйственными объектами, наоборот, имеет тенденцию к увеличению с 5 до 14 %.

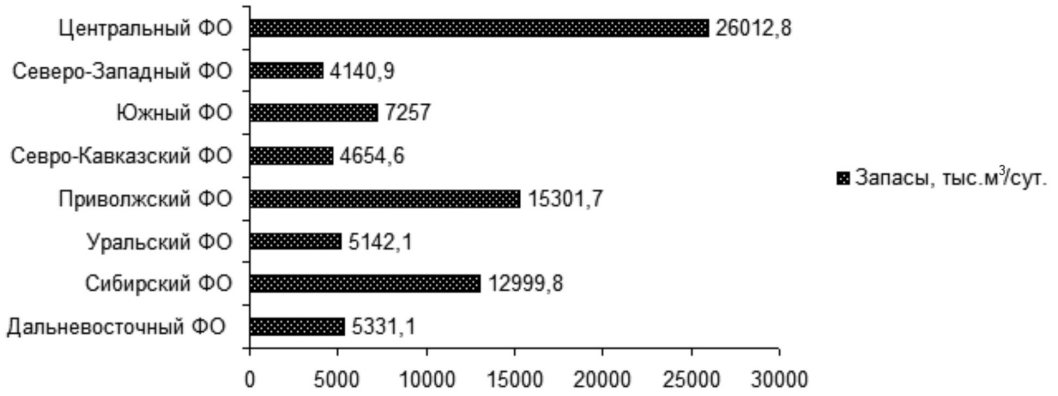

Рис. 1. Запасы подземных вод на территории Российской Федерации

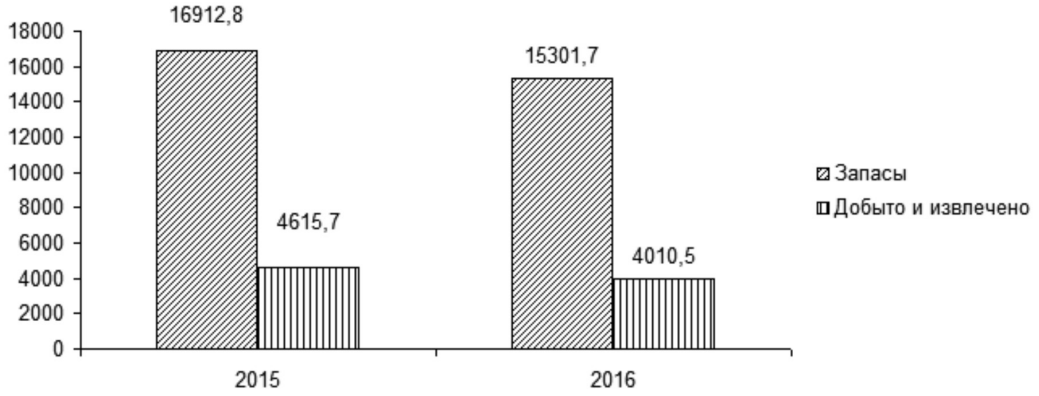

Рис. 2. Запасы и добыча подземных вод в ПФО за 2015–2016 гг.

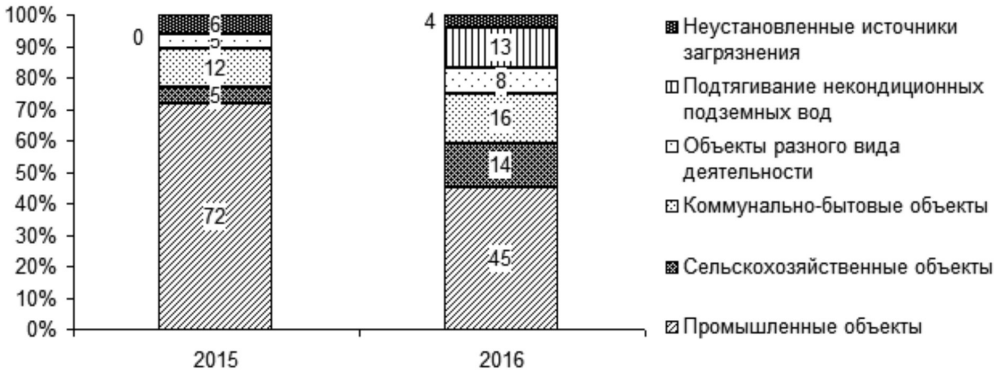

Рис. 3. Динамика участков загрязнения подземных вод в ПФО по объектам загрязнения за 2015–2016 гг.

По источникам химического загрязнения подземных вод Приволжский федеральный округ занимает одно из ведущих мест в Российской Федерации [4]. В 2016 г. доля участков, загрязненных соединениями азота, увеличилась на 15%. Это обусловлено, в частности, увеличением сбросов в водные объекты отходов сельскохозяйственной и коммунально-бытовой деятельности и, как следствие, попаданием их в подземные воды. Большинство нефтепродуктов поступает в подземные воды при добыче нефти, со сточными водами нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами [5]. Доля загрязнения по нефтепродуктам сократилась в довольно небольшом количестве (с 31 до 25%). По долям остальных загрязняющих веществ наблюдается несущественная убыль.

При интенсивности загрязнения подземных вод в единицах ПДК участок загрязнения характеризуется, как правило, несколькими загрязняющими веществами (или показателями загрязнения) и его отнесение к той или иной градации проведено по величине максимального превышения ПДК одного из показателей [5]. Динамика интенсивности загрязнения подземных вод за год существенно изменилась: доля интенсивности загрязнения 1–10 ПДК значительно увеличилась, а доля интенсивности загрязнения более 100 ПДК сократилась на 12%, что говорит в пользу улучшения экологического состояния подземных вод в ПФО.

Проблема оценки загрязнения подземных вод может быть довольно успешно решена при создании результативной системы мониторинга, что поможет выявить не только новые и неучтенные источники загрязнения, но и проанализировать изменение

гидрохимического и гидробиологического состава объектов подземной гидросферы.

Территориальный анализ загрязнения подземных вод по загрязняющим веществам позволяет разделить субъекты ПФО на 4 основные группы (рис. 4):

1. Субъекты, где наибольшая доля загрязнений приходится на соединения азота (Кировская область, Нижегородская область, Республика Удмуртия, Республика Татарстан, Самарская область, Республика Башкортостан).

2. Субъекты с наибольшей долей загрязнения нефтепродуктами (Ульяновская область).

3. Субъекты, где наибольшая доля загрязнений приходится на сульфаты и хлориды (Республика Мордовия, Оренбургская область).

4. Субъекты, где примерно равномерно распределены все загрязняющие вещества (Чувашская Республика, Пермский край, Республика Марий Эл, Пензенская область, Саратовская область).

Долю количества участков загрязнения подземных вод промышленными объектами (более 50 %) имеют 6 субъектов с несомненным лидерством Пензенской и Оренбургской областей (рис. 5). Здесь источниками загрязнения подземных вод в основном являются предприятия химической, нефтехимической, машиностроительной отраслей промышленности. В республиках Мордовия и Марий Эл загрязнения связаны с подтягиванием некондиционных вод.

На территориях большинства субъектов ПФО (11 субъектов) выявлены загрязнения подземных вод по 3 классу опасности (опасные), но существуют субъекты, где преобладают 4 класс (умеренно опасные), например Пензенская область, Пермский край. В Республике Мордовия наибольшую долю участков загрязнения занимает 2 класс – высокоопасные.

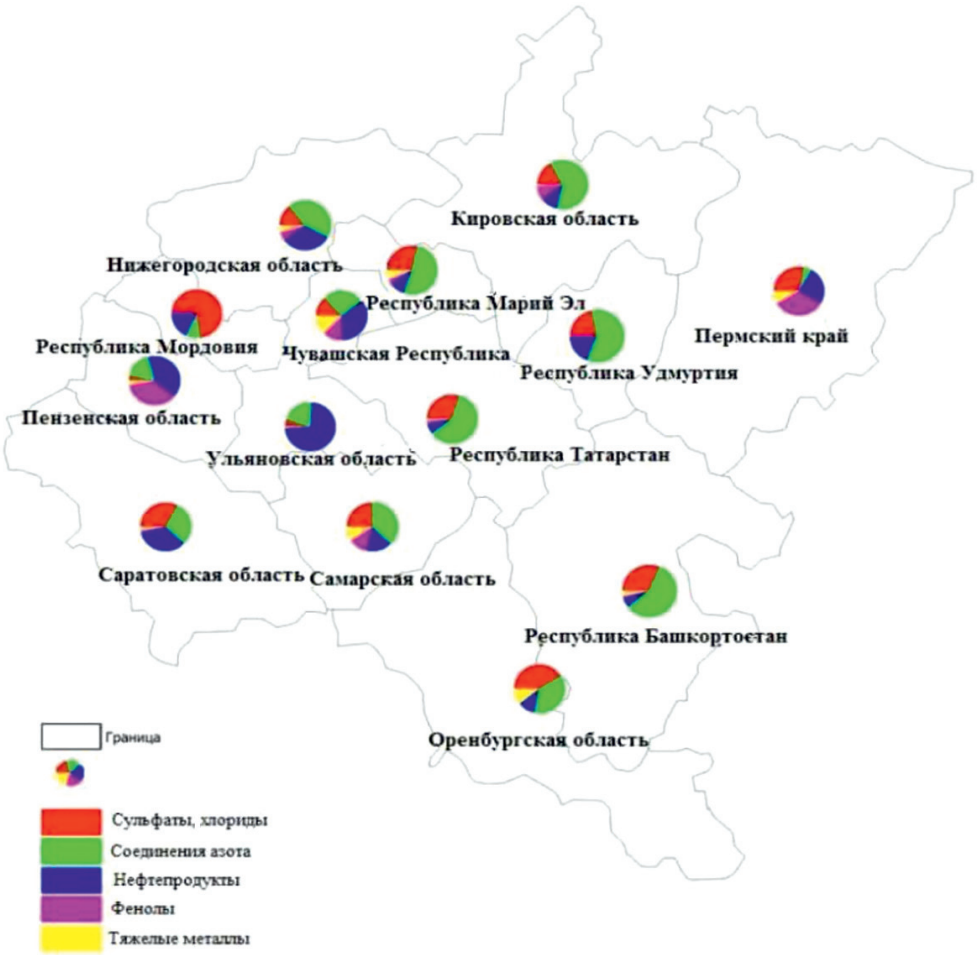

Рис. 4. Территориальный анализ загрязнения подземных вод по веществам на территории ПФО за 2016 г.

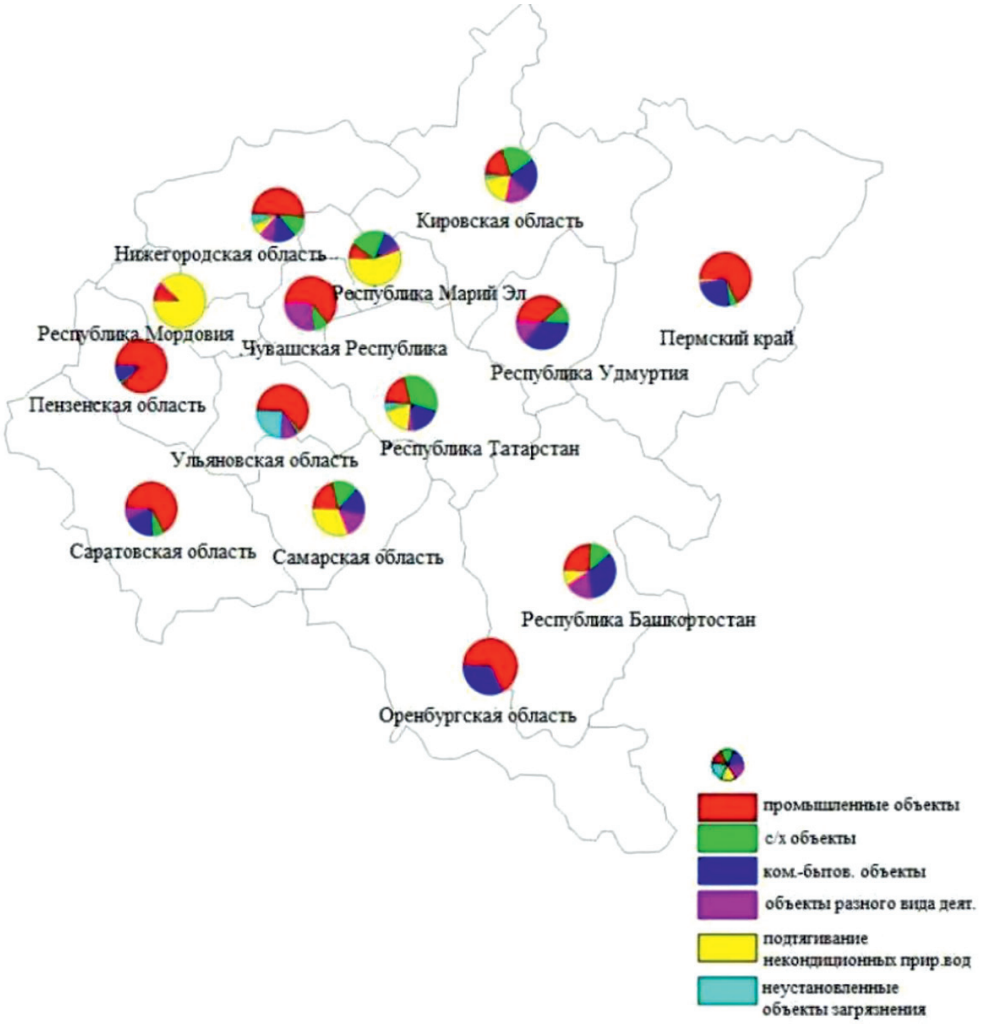

Рис. 5. Территориальный анализ загрязнения подземных вод на территории ПФО за 2016 г.

В большинстве регионов ПФО интенсивность загрязнения подземных вод составляет 1–10 ПДК. Только один субъект имеет значение более 100 ПДК (Чувашская Республика). Возможно, это связано с наличием большого количества свалок, несанкционированных мест размещения отходов, нарушением технологических регламентов на полигонах. На юго-западе федерального округа (Пензенская и Саратовская области) интенсивность загрязнения не превышает 10–100, ПДК, но также остается высокой из-за загрязнения промышленными объектами.

Использование вышерассмотренных показателей позволяет провести типизацию состояния подземных вод в субъектах Приволжского федерального округа и разделить их на три группы:

1. Напряженное состояние подземных вод с преобладанием загрязнения от промышленных объектов, равномерным распределением всех загрязняющих веществ или одного вещества, с участками 3 и 4 класса опасности (опасные и умеренно опасные) и различной интенсивностью загрязнения (1–100 ПДК) (Чувашская Республика, Пермский край, Пензенская область, Саратовская область, Оренбургская область, Нижегородская область, Ульяновская область).

2. Относительно напряженное состояние подземных вод с преобладанием загрязнения от подтягивания некондиционных вод, равномерным распределением всех загрязняющих веществ или одного вещества, с участками 3 и 2 класса опасности (опасные и высокоопасные) и интенсивностью загрязнения (1–10 ПДК) (Республика Мордовия и Республика Марий Эл).

3. Приемлемое состояние подземных вод со сравнительно равномерным загрязнением

от различных источников, преобладанием одного вещества, с участками 3 класса опасности (опасные) и интенсивностью загрязнения (1–10 ПДК) (Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Республика Удмуртия, Самарская область, Кировская область).

Под улучшением экологического состояния подземных вод подразумевается комплекс мероприятий и процессов (технологического, организационного, нормативно-правового плана), устраняющих или препятствующих проникновению вредных загрязняющих веществ в горизонт подземных вод и их дальнейшему распространению по горизонту. Все мероприятия по охране подземной гидросферы от загрязнения и истощения подразделяются на общие (профилактические) и специальные (реабилитационные и ремедиационные). К первой группе относятся: нормирование поступления поллютантов, установление ПДН загрязнений в подземных водах и изъятия объемов воды; регламентация негативного воздействия на подземную гидросферу на основе научно и методически обоснованных критериев, норм и правил комплексного использования ресурсов подземных вод; создание оборотно-повторных систем водопользования; создание общих защитных сооружений и связывающих технологий; организация СЗЗ водозаборов; санитарно-оздоровительные мероприятия; оптимизация рекультивационных мероприятий.

Во вторую группу входят мероприятия по созданию инженерных сооружений, препятствующих попаданию поллютантов в подземную гидросферу и локализующих ареал распространения загрязнений в вертикальном и горизонтальном направлениях, осушение и нагнетание вод в недра для создания гидравлических барьеров с целью отжатия некондиционных вод. Естественно, что реабилитационные мероприятия финансово более затратные, чем профилактические, и носят, как правило, долговременный характер. Ремедиационные мероприятия – новое понятие, которое подразумевает искусственное улучшение свойств компонентов природной среды – обновление запасов подземных вод, формирующихся в результате создания и использования специальных сооружений (инфильтрационных бассейнов, поглощающих колодцев и др.) [5]. Необходимо более широкое применение данных методов для улучшения экологического состояния подземных вод на территории субъектов Приволжского федерального округа, так как оптимизация экологического состояния окружающей среды, особенно поверхностной и подземной гидросферы, способствует повышению показателей здоровья, качества жизни и как фактор влияет на социально-экономическое неравенство населения регионов [6].

Заключение

Загрязнение подземных вод и изменения качества воды на территории ПФО в основном вызваны хозяйственной деятельностью человека. Большинство субъектов ПФО имеют загрязнение подземных вод по 3 классу опасности. По количеству участков загрязнения от промышленных отраслей выделены 6 субъектов с лидирующим положением Пензенской и Оренбургской областей. Наибольшую группу составляют субъекты, где доля загрязнения приходится на соединения азота. В большинстве регионов ПФО интенсивность загрязнения подземных вод составляет 1–10 ПДК, но в Чувашской Республике ПДК составляет более 100. Напряженное состояние подземных вод отмечено для 50 % субъектов округа. Для улучшения экологического состояния подземных вод необходимо проводить комплекс мероприятий общего плана (профилактические) и специального плана (реабилитационные и ремедиационные). Самыми оптимальными из них являются реабилитационные (восстановительные) мероприятия.

Список литературы / References

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2016 г.». М.: Минприроды России, НИА – Природа, 2017. 760 с.

State report «On the state and protection of the environment in the Russian Federation in 2016». Moscow: Ministry of natural resources of Russia, NIA – Nature, 2017. 760 p. (in Russian).

2. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 г.». М.: НИА – Природа, 2017. 300 с.

State report «On the state and use of water resources of the Russian Federation in 2016». M.: NIA – Nature, 2017. 300 p. (in Russian).

3. Зверев В.П. Подземная гидросфера: проблемы фундаментальной гидрогеологии. М.: Научный мир, 2011. 259 с.

Zverev V.P. Underground hydrosphere: problems of fundamental hydrogeology. M.: Nauchny Mir, 2011. 259 p. (in Russian).

4. Димакова Н.А., Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 2. С. 79–82.

Demakova N.A., Sharapov R.V. The Problem of underground water pollution / / Modern science -intensive technologies. 2013. № 2. P. 79–82.

5. Хаустов А.П. Устойчивость подземной гидросферы и основы экологического нормирования. М.: Изд. Юрайт, 2016. 431 с.

Khaustov A.P. Stability of the underground hydrosphere and the basics of environmental regulation. Moscow: Ed. Yurayt, 2016. 431 p. (in Russian).

6. Юманова У.В. Региональная оценка социально-экономического неравенства// Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 57–60.

Yumanova U.V. Regional assessment of socio-economic inequality // VSU Bulletin. Series: Geography. Geoecology. 2016. no. 3. P. 57–60 (in Russian).