

УДК 551.49:556.31

**РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ В. Л. ЗЛОБИНОЙ, Ю. А. МЕДОВАРА,  
И. О. ЮШМАНОВА “ТРАНСФОРМАЦИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ  
ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ”<sup>1</sup>**

© 2020 г. А. А. Баренбаум\*

*Институт проблем нефти и газа РАН,  
Москва, 119333 Россия*

*\*e-mail: azary@mail.ru*

Поступила в редакцию 27.11.2019 г.

После доработки 27.11.2019 г.

Принята к публикации 24.12.2019 г.

DOI: 10.31857/S0321059620030025

Данная книга посвящена исследованию важных, но пока еще недостаточно хорошо изученных вопросов антропогенного влияния человека на пресные подземные воды. Актуальность этой проблемы продиктована еще и тем, что сегодня, как никогда ранее, пресные подземные воды представляют собой важный стратегический ресурс жизнедеятельности современного человеческого общества.

В последние десятилетия хозяйственная деятельность человека настолько возросла, что ее воздействие на окружающую среду стало соизмеримым с естественными природными процессами. Это антропогенное воздействие, как показано авторами, создает серьезную угрозу и для подземных вод.

Сегодня на изучение и решение этой проблемы направлены десятки различных программ.

Монография содержит шесть глав:

1. Подземные воды в зоне гипергенеза;
2. Разновидности источников техногенного воздействия;
3. Системы мониторинга при изучении подземной гидросферы;
4. Пространственно-временные особенности трансформации подземных вод в нарушенных условиях;
5. Примеры негативного воздействия на подземные воды;
6. Негативные процессы в подземной гидросфере в нарушенных условиях.

Приведенные в монографии данные основаны на многолетних (1987–2016 гг.) исследованиях ав-

торами подземных вод в районах Европейской части России (Московская, Тверская, Калужская, Новгородская и другие области).

Для Европейской части России проанализированы основные факторы, определяющие устойчивость (защищенность) подземной гидросферы в условиях действия антропогенной нагрузки. Показано, что с ростом содержания сульфатов в системе атмосферные осадки – подземные воды происходит нарушение равновесия в экосистеме. Процесс трансформации состава и свойств подземных вод протекает в несколько стадий. Для каждой из них отмечено своеобразное распределение в водоносной системе концентраций макро- и микроэлементов.

Авторами разработаны и использованы эффективные подходы, которые позволяют для сложных природно-техногенных систем и различных географо-климатических условий установить степень возможной трансформации подземных вод конкретных водоносных систем.

Большое внимание в книге авторы уделяют обсуждению специфики рассредоточенных и локальных источников техногенного воздействия, существенно и, как правило, негативно влияющих на состав и качество подземных вод.

Следует отметить разработанную авторами методику комплексного мониторинга при изучении подземных вод (безнапорных и напорных) разных иерархических уровней водоносной системы. Методика органически включает в себя систему взаимосвязанных функциональных блоков, состоящих, с одной стороны, из полевых наблюдений и анализа их результатов, а с другой – прогнозирования возможных процессов в водоносной системе и выработки рекомендаций по их управлению.

<sup>1</sup> Злобина В.Л., Медовар Ю.А., Юшманов И.О. Трансформация состава и свойств подземных вод при изменениях окружающей среды. М.: Мир науки, 2017. 191 с.

Приведены результаты реализации такого комплексного мониторинга для конкретных водосборов на территории нашей страны (р. Медвенка, Валдайское Поозерье). При весьма ограниченном материально-техническом обеспечении полевых исследований авторы нашли возможность применить и апробировать современные экспрессные химико-аналитические методы определения содержания в составе подземных вод многих химических элементов.

Разработанные методики показали свою высокую эффективность при изучении природно-техногенных систем Московской, Тверской, Новгородской, Калужской и других областей нашей страны.

При региональных исследованиях грунтовых вод широко использовались современные картографические методы (ГИС-технологии). Эти методы дают возможность интегрально оценивать региональное взаимодействие природных и антропогенных факторов. Применение ГИС-технологий наиболее актуально для территорий, характеризующихся многолетним хозяйственным освоением.

Результаты таких исследований имеют большое практическое значение при планировании размещения источников техногенного воздействия на подземные воды (свалки бытовых отходов, агрохолдинги и др.). В частности, пространственно-временное обобщение многолетних гидрогеохимических данных с применением ГИС-технологий для Московского региона показало, что трансформация грунтовых вод прослеживается с различной интенсивностью по всей площади региона.

Значительное внимание в книге уделено пространственно-временным процессам формирования качества подземных вод на территориях городов, в частности Москвы. Для крайне сложных гидрогеологических условий столицы проанализированы особенности трансформации качества подземных вод в эксплуатируемых водоносных горизонтах. Показано, что водоотбор в г. Москве — мощнейший техногенный фактор, оказывающий необратимое негативное влияние на состав и качество подземных вод. При многолетнем извлечении подземных вод возникают региональные гидродинамические аномалии, которым сопутствуют изменения гидрогеохимических, температурных, микробиологических и других свойств воды.

Большим подспорьем при изучении современных процессов трансформации подземных вод являются результаты термодинамического моделирования. Его применение позволило установить особенности взаимодействия породообразующих минералов (кальцит, доломит, сидерит, гипс и др.) в водоносной системе. Приведенные

расчетные данные свидетельствуют об усилении процессов выщелачивания в водоносной толще с изменением углекислотного режима и увеличением агрессивных свойств воды.

Обобщение гидрогеохимической информации указывает на сложный многофакторный характер физико-химических процессов в подземной гидросфере, включающих гидролиз, выщелачивание, окисление, восстановление, ионный обмен, сорбцию, концентрирование и другие процессы.

Предложены геохимические критерии, отражающие трансформацию состава и свойств подземных вод. Эти критерии позволяют оценить степень динамичности геохимических процессов, происходящих в водоносной системе под действием внешних факторов. Такие факторы, в первую очередь, — загрязнение атмосферных осадков и поверхностных вод.

На основе выполненного авторами математического моделирования проникновения загрязненных вод в водоносный горизонт оценены скорости продвижения фронта загрязнения вод в этом горизонте по площади и глубине — от области питания до области разгрузки.

Загрязненные атмосферные осадки (снег, аэрозоли) существенно влияют на щелочно-кислотные условия формирования подземных вод. Авторами показано, что загрязнение атмосферных осадков за счет неконтролируемого размещения агрохолдингов и свалок бытовых отходов (без учета природных условий) вызывает загрязнение подземных вод на десятилетия.

В книге обобщены и проанализированы многочисленные свидетельства негативных процессов, протекающих в подземной гидросфере. Подробно исследованы процессы антропогенного закисления подземных вод, с чем связано изменение содержания в воде солеобразующих ионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Al}^{3+}$  и др.), а также поступление в водоносные горизонты с поверхностными и сточными водами металлов (Al, Fe, Mg, Ni, Ti, V, Cr, Mo, Zn, Cu, Pb, Cd и др.) и радиоактивных элементов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и группы элементов U–Th). Содержание некоторых из них в подземных водах на территориях активной хозяйственной деятельности превышают по токсичности ПДК, что делает эти воды подлежащими обязательному контролю и очистке.

Нарастающее загрязнение атмосферы, почвенного покрова и поверхностных вод приводит к формированию некондиционных вод, проникающих в подземную гидросферу. Несмотря на некоторую защищенность подземных вод от техногенного воздействия и возможность их самоочищения, для предотвращения неуклонного ухудшения качества подземных вод этих естественных процессов явно недостаточно.

Авторами обращено внимание и на активизацию процессов образования техногенного карста (в карбонатных и многолетнемерзлых породах), которые приводят к участившимся в последнее десятилетие провалам поверхности. Карстовые пустоты распространены на значительной площади в Татарстане, Нижегородской области, они имеют место также и на территории Москвы и других крупных городов.

В книге на высоком научном уровне исследуются физико-химические процессы трансформации состава и свойств подземных вод, которые в настоящее время происходят в верхних водоносных горизонтах земной коры и имеют для людей негативные последствия. Эти изменения, как убедительно показано авторами, прежде всего вызваны современной хозяйственной деятельностью человека.

Многолетние исследования авторов не оставляют сомнений в том, что во многих регионах России происходит прогрессирующее ухудшение качества вод подземной гидросферы. В результате в нашей стране сегодня практически не осталось территорий с естественным химическим составом подземных вод.

Данный факт не может не вызывать острого беспокойства. Поэтому охрана и рациональное использование пресных подземных вод — одна из наиболее актуальных нерешенных экологических проблем нашего времени.

Книга в целом производит хорошее впечатление. Она написана четко и проиллюстрирована значительным количеством табличного и графического материала. Представленные в книге результаты и выводы, на взгляд рецензента, отличаются новизной и имеют большую научную и практическую ценность.