

Вопросы экологии и рационального природопользования имеют глобальное значение для дальнейшего развития цивилизации на планете. Техногенное воздействие на окружающую среду достигло таких масштабов, что без рационального природопользования человечество столкнется в недалекой перспективе с очень серьезными проблемами. Среди таких проблем – нехватка воды нормативного качества. Чистая, пресная вода наряду с нефтью, газом, углем и другими природными ресурсами все в большей степени становится мерилем богатства общества, определяет уровень жизни населения. Забота о бережном и рачительном использовании воды – основы всего живого на Земле – должна стать приоритетной задачей в деятельности всех государств и нормой жизни каждого человека [1]. Природа, которая всегда стремится к самоочищению, уже не в состоянии сама справиться с нарастающим загрязнением и ухудшающееся качество природных вод, связанное с деятельностью человека, диктует необходимость в более тщательной их очистке. Антропогенное воздействие на водные ресурсы (поверхностные и подземные) за последние десятилетия привело к возрастанию биологических (бактериальные, вирусные, паразитные) и токсических загрязнений хозяйственно-питьевых водоисточников, что способствует повышению инфекционных заболеваний среди детей и взрослых и возрастанию не инфекционной заболеваемости (онкологической, генетической, аллергической, дефектов умственного и физического развития детей). По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) свыше 500 млн. человек в мире ежегодно болеют от потребления некачественной питьевой воды, до 80% кишечных инфекционных заболеваний обусловлено контактами с инфицированной водой [2]. Количественный и качественный дефицит питьевой воды стал предметом особого внимания общественных, законодательных и исполнительных органов РФ. Этой проблеме серьезное внимание уделяют Организация Объединенных Наций (ООН) и входящие в ее состав организации: Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Всемирная метеорологическая организация (ФМО) и др. В этом направлении активно работают и многие неправительственные международные организации. На сегодняшний день существует ряд методических рекомендаций по оценке экологического состояния подземных вод. Однако все они предназначены в основном для проведения оценок по узконаправленному кругу решаемых задач и целей, с применением, как правило, дорогостоящих специализированных буровых работ, с последующими исследованиями преимущественно на ограниченной площади, участке, иной раз даже не полностью охватывающем область питания и распространения водоносного горизонта, поэтому многие работы несут зачастую эмпирический характер, результаты которых не всегда находят применение в практике эколого-гидрогеологических работ. Другим недостатком работ в

обозначенной области следует отметить то, что многие рекомендации базируются на применении исключительно одного способа исследований. При оценке экологического состояния одной из главных проблем является выбор критерия, на основании которого можно было бы сравнить между собой различные участки. Предлагается использовать комплексный подход, который реализуется переходом от общего к частному с использованием прямых и индикаторных критериев, с учетом природной защищенности пресных подземных вод, техногенной нагрузки на них и геохимического фона. Прямым критерием оценки является общий показатель загрязнения вод (ОПЗВ), индикаторным – расчетные значения энтропии. Геохимическими показателями состава вод как основных природных и техногенных составляющих при существующих гидрогеологических условиях региона являются концентрации хлоридов, сульфатов, катионов кальция, магния и натрия. По величине ОПЗВ выделяются следующие категории экологического состояния вод: чистые, умеренно загрязненные, загрязненные, грязные или очень грязные. По величине энтропии: нет воздействия, нормальное, слабое, сильное или очень сильное воздействие. Выделенные категории соответствуют четырем классам состояния эколого-геологических условий литосферы: удовлетворительное, условно удовлетворительное, неудовлетворительное и катастрофическое [3]. На территориях нефтегазодобывающих предприятий Татарстана тенденции гидрохимического преобразования состава и качества пресных вод в условиях загрязнения хлоридо-натриевыми рассолами позволили выделить природные и техногенные факторы воздействия, природную и техногенную составляющую в общем солевом балансе загрязненных вод. В верхней части зоны активного водообмена чаще всего формируются пресные гидрокарбонатные воды. При появлении в разрезе загипсованных пород гидрокарбонатные воды замещаются сульфатными, но имеют относительно ограниченное распространение. На отдельных участках в долинах рек, где формируются воды с местным напором, наблюдается инверсионный тип вертикальной гидрогеохимической зональности. Здесь установлена естественная разгрузка подземных вод сульфатного и сульфатно-хлоридного состава. Это приводит к природному засолению водоносных горизонтов сульфатами и хлоридами. Характер этих изменений зависит от природной защищенности водоносных горизонтов «снизу». В условиях разработки нефтяных месторождений химический состав пресных подземных вод претерпевает изменения как за счет привнесенных загрязняющих веществ (хлоридов, бромидов, ионов натрия, кальция), так и вследствие преобразования окислительно-восстановительного и щелочно-кислотного равновесия, приводящего к интенсивному выщелачиванию карбонатных и сульфатных пород и, соответственно, к повышению жесткости и сульфатности вод. При поступлении вод «снизу» через негерметичные участки обсадных колонн глубоких скважин хлоридные рассолы первоначально

попадают в зону сульфатных и сульфатно-хлоридных вод. Происходит искусственная инверсия в вертикальном гидрогеохимическом разрезе. При этом формируются техногенные сульфатные и хлоридные аномалии в составе пресных подземных вод. Оценка защищенности пресных подземных вод от загрязнения «сверху» и «снизу» с учетом степени техногенного воздействия позволяет выделять участки природного и техногенного засоления вод и учитывать это при оценке их экологического состояния [4]. Для питьевого водоснабжения, где необходима соответствующая водоподготовка, существуют следующие классификации, предложенные С.Р. Крайновым и В.М. Швец: по показателям качества, классификации примесей в природных водах и процессов их удаления. Концентрация отдельных примесей в воде определяет ее свойства, совокупность которых называют качеством воды. Водные объекты, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения в зависимости от качества воды и требуемой степени обработки, делятся на 3 класса. Для подземных вод класс водоисточника определяется следующим образом: 1-й класс – исходная вода по всем показателям отвечает нормативным требованиям для питьевой воды. 2-й класс – воды, имеющие отклонения от нормативов по отдельным показателям, что может быть устранено аэрированием, обеззараживанием. 3-й класс – воды, которые могут соответствовать нормативным требованиям после обработки, предусмотренной для вод 2-го класса, с применением дополнительных методов обработки. Классификация подземных вод по классам на основании показателей их качества приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям качества

Наименование показателя	Показатели качества воды источника	1-й класс	2-й класс	3-й класс
Мутность, мг/дм ³	не более 1,5	1,5	10,0	Цветность, градусы, не более 20
Водородный показатель (pH)	6-9	6-9	6-9	Железо (Fe), мг/дм ³ , не более 0,3
Марганец (Mn), мг/дм ³ , не более 0,1	1	2	Сероводород (H ₂ S), мг/дм ³ , не более 3	
Фтор (F), мг/дм ³ , не более 1,5-0,7*	1,5-0,7*	5	Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л, не более 2	
Число группы кишечных палочек в 1 дм ³	3	100	1000	

* - в зависимости от климатического района

Данная классификация позволяет оценить качество воды по количественному содержанию примесей. Однако она носит рекомендательный характер и является недостаточной для выбора конкретных технологий водоподготовки. Особенно это касается вод 3-го класса, наиболее часто встречающихся в регионах Татарстана. Л.А. Кульским [5] разработана классификация примесей природных вод по фазово-дисперсному состоянию и на основе этой классификации систематизированы процессы, используемые для их удаления. Такая классификация позволяет осуществлять выбор методов обработки воды. По классификации Л.А. Кульского все примеси природных вод, по отношению к дисперсионной среде, разделены на четыре группы, из которых две относятся к гетерогенным системам, две к гомогенным (табл. 2).

Таблица 2 - Классификация

примесей по их фазово-дисперсному состоянию Фазовая характеристика Гетерогенные системы (дисперсные системы) Группы I II Формы нахождения примесей Взвеси Коллоиды (золи) Размеры, м 10^{-4} ... 10^{-6} 10^{-7} ... 10^{-8} Примеси Суспензии, эмульсии, пены, микроорганизмы, планктон Коллоиды и высокомолекулярные соединения, вирусы Фазовая характеристика Гомогенные системы (истинные растворы Группы III IV Формы нахождения примесей Молекулярные растворы Ионные растворы Размеры, м 10^{-8} ... 10^{-9} 10^{-9} ... 10^{-10} Примеси Газы, летучие вещества, органические вещества Соли, основания, кислоты Первая группа веществ – это нерастворимые в воде взвеси, с размером частиц 10^{-4} ... 10^{-6} м, образующие с водой суспензии, эмульсии и пены. Эти примеси обуславливают мутность воды. Они являются кинетически неустойчивыми и легко разделяются. Вторую группу составляют коллоидные примеси с размером частиц 10^{-7} ... 10^{-8} м. К этой группе относятся также высокомолекулярные органические соединения и вирусы, близкие по размерам к коллоидным частицам. Особенностью примесей данной группы является их способность образовывать с водой устойчивые системы. К третьей группе относятся молекулярные растворы различных веществ: растворенные в воде газы и органические соединения природного и антропогенного происхождения. Размер частиц этих примесей составляет 10^{-8} ... 10^{-9} м. Вследствие незначительной диссоциации эти вещества образуют с водой растворы неэлектролитов. Четвертая группа включает электролиты – вещества, которые при растворении в воде диссоциируют на ионы. Размер частиц этих примесей составляет 10^{-9} ... 10^{-10} м. Примеси III и IV групп представляют собой истинные растворы, которые устойчивы и способны долго существовать без изменения.

Классификация Л.А. Кульского охватывает все природные воды – поверхностные и подземные, но носит общий характер. Природная вода содержит, практически, все четыре группы примесей, что чрезвычайно осложняет выбор экономически выгодного способа водоподготовки. Ведение санитарно-гигиенического мониторинга (СГМ) по состоянию водных объектов показывает, что практически все водоисточники, как поверхностные, так и подземные подвергаются антропогенному и техногенному воздействиям различной степени интенсивности. Основные проблемы водопользования связаны с антропогенным загрязнением водоисточников, недостаточной санитарной надежностью систем хозяйственно-питьевого водоснабжения [6]. Санитарное состояние водоемов РТ, как первой (используемой для питьевого водоснабжения), так и второй (используемой для рекреации) категории водопользования продолжают оставаться неудовлетворительными: доля нестандартных проб, которых в 2011 г. составляла соответственно 27,3 % и 28,14 % по санитарно-химическим показателям, и 21,7% и 20,6% по микробиологическим показателям, при этом наблюдается ухудшение качества воды по сравнению с 2010г. По данным Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан,

содержание нефтепродуктов в поверхностных водах Татарстана в десятки раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), соединений азота – от 10 до 16 ПДК, фенолов – от 2 до 7 ПДК, ионов тяжелых металлов – десятки ПДК. Река Волга и ее притоки, являющиеся источниками питьевого водоснабжения населения прибрежных районов, подвергаются интенсивному загрязнению [7]. Бассейн р. Волга на территории Республики Татарстан испытывает высокое антропогенное воздействие от расположенных здесь крупных промышленных узлов: Казанского, Набережно-Челнинского и Нижнекамского, где сосредоточена основная масса промышленных водопотребителей. Промышленность РТ характеризуется высоким уровнем использования оборотных систем водоснабжения, особенно в нефтехимической отрасли, а также на предприятия теплоэнергетического комплекса и автомобильного машиностроения, что позволяет ежегодно экономить пятикратный объем забранной воды по республике. На нынешнем этапе развития техносферы, когда в мире еще в большей степени возрастает воздействие человека на биосферу, а природные системы в значительной степени утратили свои защитные свойства, необходимы новые подходы, осознание реальностей и тенденций, появившихся в мире в отношении природы в целом и ее составляющих. В полной мере это относится к таким негативным явлениям, какими являются в наше время загрязнение и истощение поверхностных и подземных вод.