

## ЗАЩИЩЁННОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГОРНЫХ ГЕОСИСТЕМ ТЯНЬ-ШАНЯ И ПАМИРО-АЛАЯ

Оролбаева Л.Э.

*Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан*

*На основе анализа строения отложений четвертичного возраста и их фильтрационных свойств, дана оценка защищённости подземных вод горных геосистем Тянь-Шаня и Памиро-Алая с построением мелкокомасштабной карты.*

*On the basis of analyzing the structure of the Quaternary deposits and their conducting properties, there was made assessment of groundwater protection of mountain geosystems of the Tien Shan and Pamir-Alai with the fine-scale maps construction.*

Природная защищённость подземных вод - это их перекрытость слабопроницаемыми отложениями, препятствующими проникновению загрязняющих веществ с поверхности земли. Защищённость подземных вод и распространение загрязнения зависит от многих природных и техногенных факторов [1,2].

К числу природных факторов относятся те факторы, которые благодаря естественным особенностям среды определяют возможность загрязнения поверхностных и подземных вод. К ним относятся физико-географические, геолого-структурные и гидрогеодинамические. Они определяют уклоны поверхности, литологию, мощность, наличие в разрезе слабопроницаемых отложений, глубину залегания подземных вод, фильтрационные и сорбционные свойства пород, соотношение уровней водоносных горизонтов составляющих гидрогеологический разрез. Техногенные факторы – это факторы, возникшие в результате техногенеза различного профиля и направленности. Они определяют физико-химические свойства загрязнителя, условия нахождения и проникновения загрязняющих веществ в подземные воды и загрязнения поверхностных вод [3].

Защищённость подземных вод зоны свободного водообмена может быть определена на основе анализа строения и литологии зоны аэрации; мощности зоны аэрации (глубины залегания уровня грунтовых вод); наличия и мощности слабопроницаемых отложений, залегающих над грунтовыми водами; фильтрационных свойств отложений зоны аэрации. Из всех перечисленных характеристик наименьшее влияние на защищённость грунтовых вод оказывает глубина залегания уровня, наибольшее влияние – мощность и фильтрационные свойства слабопроницаемых пород зоны аэрации. Наименее защищёнными являются грунтовые воды в условиях, когда зона

аэрации сложена хорошо проницаемыми отложениями и в её разрезе отсутствуют слои слабопроницаемых пород. Увеличение глубины залегания уровня грунтовых вод хотя и улучшает защищённость грунтовых вод, но влияние этого фактора на защищённость грунтовых вод существенно меньше, чем наличие в разрезе слабопроницаемых отложений. Если покровные отложения небольшой мощности и водопроницаемы, то инфильтрующиеся с поверхности загрязнённые воды довольно быстро проникают в водоносный горизонт. Только в том случае, когда над водоносным горизонтом залегают водонепроницаемые породы, они могут предохранить его от загрязнения. Грунтовые воды, не перекрытые водоупорными породами, как правило, защищены значительно меньше, чем нижележащие горизонты напорных подземных вод, и обычно принимают основную часть инфильтрующихся с поверхности загрязнений. Инфильтрация стоков в грунтовые воды возможна практически всегда, поскольку зачастую они являются безнапорными и не перекрываются мощными водоупорами. Поэтому грунтовые воды защищены слабо или совсем незащищены. Очевидно, что на территориях с благоприятными условиями для значительного инфильтрационного питания подземные воды не защищены.

При гидравлической связи между горизонтами, наличии перетоков через гидрогеологические окна загрязнения из грунтовых вод могут проникать в более глубокие напорные и безнапорные горизонты. Наличие глинистых пород в разрезе зоны аэрации улучшают условия для защищённости подземных вод от загрязнений. Однако глины зоны аэрации часто обладают повышенной водопроницаемостью. Эта особенность глин зоны аэрации связана с корневой системой растений, деятельностью землероев, наличием трещин и

макропор усыхания, вызванных усадкой при переменном увлажнении и осушении. По мере увеличения глубины залегания глинистых пород их водопроницаемость уменьшается. На большой глубине в стабильных тектонических условиях глинистые породы часто характеризуются очень малым коэффициентом фильтрации ( $k < 10^{-6}$  м/сут) и таким образом практически водоупорны. В сейсмоактивных зонах, а также в зонах эрозионного вреза в современных и древних долинах рек при фациальных изменениях состава глинистых пород их водопроницаемость может увеличиваться и составлять  $10^{-4}$  —  $10^{-2}$  м/сут и более. В этих условиях через глинистые слои происходит перетекание подземных вод, что указывает на возможность загрязнения смежных водоносных горизонтов. Разнообразие геолого-гидрогеологических условий, состава и структуры перекрывающих горных пород, а также специфика отдельных видов загрязнений (микробиологическое, химическое, радиоактивное) определяют большие различия в степени естественной защищенности подземных вод.

Существует большое количество основных и модифицированных методик и подходов к качественной и количественной оценке природной защищенности. Методическую основу для оценки защищенности подземных вод составили разработки В.М. Гольдберга. В качестве критериев защищенности он предложил соотношение уровней оцениваемого водоносного горизонта и вышележащего безнапорного водоносного горизонта, мощность и литологический состав верхнего водоупора [1].

Качественные методики позволяют характеризовать защищенность ПВ района в региональном плане, а количественные позволяют определить время достижения фронтом загрязнителя уровня грунтовых вод. Применение количественных методик наиболее целесообразно в условиях постоянно действующих источников загрязнения, например, на полигонах бытовых и промышленных отходов, хвостохранилищ горнорудного производства. Такая оценка защищенности может предваряться общим качественным (преимущественно геолого-структурным и вещественным) анализом зоны аэрации, выводящим на районирование территории по защищенности.

Качественная оценка выполняется на основе анализа природных факторов и учитывает особенности геофильтрации первого от поверхности водоносного горизонта, соотношение напоров ниже и вышележащих водоносных горизонтов. Результат исследований выражается в виде карт природной защищенности, составляемых для горизонта грунтовых вод и первого от поверхности основного горизонта. Карты защищенности в зависимости от назначения могут быть крупно, средне и мелкомасштабными. Они должны отражать как региональные, так и местные

особенности защищенности подземных вод определённой на основе качественного, количественного или комплексного анализа.

Выработка универсальной методики определения степени защищенности подземных вод для регионов, которые характеризуются совершенно различными природными и техногенными условиями невозможна, поскольку на равнинных территориях и территориях горных геосистем совершенно различны условия геофильтрации. Эти условия определяются географическими и геолого-структурными особенностями. Нецелесообразность применения многих методик определяется тем, что в условиях межгорных бассейнов горных геосистем все гидродинамические процессы от формирования до разгрузки протекают в пределах бассейнов. При этом, в отличие от платформенных областей, они характеризуются более высокой динамичностью, которая определяется значительными уклонами, литолого-фациальной изменчивостью на сравнительно небольших расстояниях, неравномерным распределением мощности, в значительной степени связанной с блоковой структурой палеозойского фундамента и неравномерным распределением отложений за новейший период. Здесь геофильтрационные параметры первого от поверхности водоносного горизонта определяются весьма значительным диапазоном значений. В связи с чем, оценка защищенности подземных вод межгорных бассейнов горных геосистем Тянь-Шаня и Памиро-Алая должна выполняться на основе анализа региональных особенностей геофильтрации. Таким образом, в этих условиях наиболее целесообразным является:

- определение величины инфильтрационного питания, как основного фактора определяющего формирование ресурсов подземных вод,
- типа разреза зоны аэрации,
- особенностей гидродинамической взаимосвязи подземных и поверхностных вод,
- особенностей гидродинамической взаимосвязи первого от поверхности и нижележащих водоносных горизонтов.

Помимо этого, для характеристики условий загрязнения подземных вод важны общие гидродинамические аспекты и техногенная нагрузка на исследуемую территорию. Для межгорных бассейнов геосистем Тянь-Шаня характерна общая закономерность, выражающаяся в концентрации грубообломочного материала у бортов и в привершинных частях конусов выноса рек, стекающих со склонов горного обрамления. К центру впадин наблюдается постепенное уменьшение размеров обломочного материала, появляются прослойки суглинков и глин. Закономерность распространения литолого-фациальных разностей прослежена как для крупных Чуйской, Талаской, Иссык-Кульской впадин [4,5,6,7, и др.] так и для более мелких. На большей части территорий отмечаются площади с преимущественным питанием

подземных вод за счёт инфильтрационных процессов. Значительные инфильтрационные потери в речных долинах и меньшие по величине, но отмечающиеся практически по всей площади бассейнов подчёркивают низкую степень защищённости подземных вод.

Анализ водного баланса крупных межгорных впадин, анализировавшийся рядом исследователей свидетельствует о существенном питании подземных вод в зонах орошаемого земледелия. В условиях межгорных замкнутых бассейнов, где движение потоков подземных вод направлено в сторону региональной дрены загрязнению достаточно быстро могут быть подвержены сопредельные территории, с относительно защищёнными подземными водами и поверхностные воды региональной дрены. При оценке защищённости подземных вод от загрязнения подземных вод бассейнов все выделяемые зоны должны рассматриваться как единая гидродинамическая система, воздействие на которую в любой ее части вызовет те или иные изменения в другой.

Анализ особенностей строения аллювиальных, аллювиально-пролювиальных, пролювиальных и иных отложений четвертичного возраста и их фильтрационных свойств позволил типизировать строение зоны активного водообмена. Типизация была выполнена на основе обобщения обширных геолого-гидрогеологических фондовых материалов КГГЭ, литературных данных. Анализ был выполнен с использованием величин коэффициентов фильтрации, установленных для различных элементов разреза по данным опытно-фильтрационных опробований, обобщённым в работах П.Г. Григоренко, Б.И. Нманкулова, В.Г. Карпова [5,6,8] и уточненным по результатам более поздних исследований /

Для оценки защищённости водных ресурсов бассейнов горных геосистем Тянь-Шаня на основе вышеперечисленных характеристик построена мелкомасштабная карта (Рис.1.). Для этого использовался комплект карт отражающих строение зоны аэрации, глубину залегания грунтовых вод, инфильтрации, сведения о геофильтрационных параметрах. Надо сказать, что большая часть зоны формирования подземных вод в связи с отсутствием покровных глинистых отложений слабо защищена с поверхности от проникновения загрязняющих веществ в четвертичные водоносные горизонты. Породы зоны аэрации представленной крупнообломочными отложениями, являются естественным фильтром для загрязнения. Однако мощность их не постоянна и колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен метров, что обусловлено структурными особенностями палеозойского фундамента. Не защищенными

являются участки долин с наименьшей мощностью зоны аэрации. (Рис.1.)

Результаты картирования свидетельствуют о том, что не защищены от загрязнения подземные воды четвертичного возраста на 10% площади распространения подземных, условно-защищены – на 3 % площади распространения, слабо защищены – на 87 %.

Последующая оценка защищённости подземных вод в пределах конкретного бассейна может выполняться с использованием уточненной гидродинамической модели, позволяющей проводить расчеты скоростей переноса загрязнителей для различных мощностей зоны аэрации, типов горных пород и структуры порового пространства. Для этого целесообразна следующая последовательность :

1. типизация и районирование территории по условиям инфильтрационного питания;
2. локально-региональная оценка и прогноз инфильтрационного питания;
3. оценка защитных свойств зоны аэрации на исследуемой территории.
4. построение карт инфильтрационного питания ( $Q$ , мм/год) и максимального времени ( $t$ , число лет) прохождения загрязнителей через зону аэрации (мощность  $H$ , м).

Выявленная пространственная дифференциация территории водных бассейнов горных геосистем Тянь-Шаня по степени защищённости четвертичного горизонта от загрязнения позволяет сформулировать основные принципы устойчивого использования водных ресурсов и предложить ряд профилактических мероприятий по их рациональному и устойчивому использованию

#### Литература:

1. Гольберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. - Ленинград, 1987 - 248с.
2. Плотников Н.И., Оролбаева Л.Э. Гидрогеологические аспекты формирования техногенеза на территории Киргизии. //Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Киргизии. - Фрунзе: Илим, 1990 – С.84-89.
3. Плотников Н.И., Краевский С. Гидрогеологические аспекты охраны окружающей среды. - М.: Недра, 1983 – 207 с.
4. Гидрогеология СССР. Т.40// Киргизская ССР. - М.: Недра, 1971 - 284с.
5. Григоренко П.Г. Подземные воды бассейна р. Чу и перспективы их использования. - Фрунзе: Илим, 1979 - 269с.
6. Костенко Н.П. Четвертичные отложения горных стран. - М.: Недра, 1975 - 238с.
7. Оролбаева Л.Э. Опыт-фильтрационные наблюдения в речных долинах межгорных впадин Тянь-Шаня Фрунзе, Илим, 1986, 180с.
8. Иманкулов Б.И. Гидрогеология орошаемых массивов Чуйской впадины. - Фрунзе, 1984 - 145с.

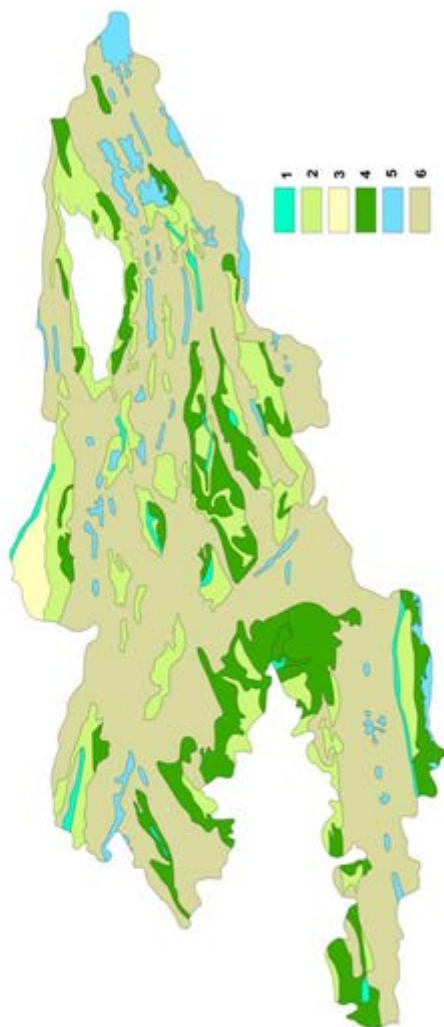


Рис. 1.

Схематическая карта  
защитности  
и подземных  
вод бассейнов  
подземности  
окра

Краснодарской  
Республики  
Условные  
обозначения:

- 1 –  
исключенные;
- 2 – слабо  
защитные;
- 3 – условно  
защитные;
- 4 –  
переходные  
части