

Проект ГЭФ - ПРООН - ЮНОПС
Комплексное управление природными ресурсами трансграничной экосистемы бассейна Байкала

Ресурсы подземных вод в неглубоких трансграничных водоносных горизонтах в бассейне озера Байкал: современный уровень знаний, охрана и управление

Отчет для Трансграничного диагностического анализа бассейна озера Байкал



Сентябрь 2013
UNESCO-IHP

Настоящий отчет подготовлен д-ром Ярославом Врба, старшим консультантом Международной гидрологической программы ЮНЕСКО (UNESCO-IHP) и научно-техническим координатором Проекта, в сотрудничестве со следующими национальными экспертами Монголии и Российской Федерации:

- Д-р Борчулуун Уртнасан, независимый консультант. Улан-Батор, Монголия
- Д-р Буянхишиг Нэмэр, доцент, Монгольский университет науки и технологии. Улан-Батор, Монголия
- Алексей Максимович Плюснин, д. г.-м. н., заместитель директора по научной работе Геологического института Сибирского отделения Российской академии наук, зав. лабораторией гидрогеологии и геоэкологии. Улан-Удэ, Российская Федерация
- Марина Александровна Тугарина, к. г.-м. н., доцент, Иркутский государственный технический университет, факультет прикладной геологии. Иркутск, Российская Федерация.

Благодарность

Команда проекта выражает благодарность следующим лицам, оказавшим активную поддержку при выполнении работы в рамках проекта ЮНЕСКО по ресурсам подземных вод и внесшим вклад в подготовку настоящего отчета:

- Сергей В. Куделя, руководитель проекта «Комплексное управление природными ресурсами трансграничной экосистемы бассейна Байкала»
- Борис В. Бадурев, координационное подразделение, проект «Комплексное управление природными ресурсами трансграничной экосистемы бассейна Байкала», Улан-Удэ
- Д-р Мунхбат Церендорж и д-р Тумурчудур Содном, национальные технические директора проекта в Монголии
- Александр А. Шеховцов, национальный технический директор проекта в Российской Федерации
- Александр И. Смирнов, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов ЮНЕСКО, ректор Иркутского государственного университета, Российская Федерация
- Д-р Лунтэн Жанчивдорж, заведующий кафедрой устойчивого управления подземными водами ЮНЕСКО, Институт геоэкологии Монгольской академии наук, Улан-Батор, Монголия
- Лариса Д. Раднаева, научный эксперт по биоресурсам и управлению данными
- Д-р Саския Марийниссен, старший консультант по Трансграничному диагностическому анализу (ТДА) и руководитель научно-консультативной группы, Байкальский Проект

Оглавление

Сокращения	5
Введение	6
Сводная информация	7
1. Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод	17
1.1 Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод на монгольской территории бассейна озера Байкал	17
1.2 Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод на российской территории бассейна озера Байкал	21
2. Неглубокие аллювиальные водоносные горизонты и их взаимодействие с поверхностными водами	26
2.1 Взаимодействие подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах с поверхностными водами на монгольской территории бассейна озера Байкал	26
2.2 Взаимодействие подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах с поверхностными водами на российской территории бассейна озера Байкал	32
3. Антропогенные угрозы запасам подземных вод	41
3.1 Управление утилизацией твердых и жидких отходов в монгольской части территории бассейна озера Байкал	43
3.2 Управление утилизацией твердых и жидких отходов на российской территории бассейна озера Байкал	46
3.3 Критерии оценки для определения приоритетности угроз загрязнения подземных вод на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал	50
4. Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем	53
4.1 Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем на монгольской территории бассейна озера Байкал	53
4.2 Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем на российской территории бассейна озера Байкал	54
5. Трансграничные водоносные горизонты и наличие данных по подземным водам в бассейне озера Байкал	55
5.1 Трансграничные водоносные горизонты на монгольско-русской границе	56
5.2 Современное состояние мониторинга подземных вод на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал	59
5.3 Мониторинг подземных вод, специфический для конкретного участка	62
6. Воздействие изменения климата на подземные воды	64
6.1 Воздействие изменения климата на подземные воды на монгольской территории бассейна озера Байкал	64
6.2 Воздействие изменения климата на подземные воды на российской территории бассейна озера Байкал	66

7. Приоритетные вопросы трансграничного значения, связанные с подземными водами в бассейне озера Байкал: выводы и рекомендации.....	67
7.1 Выявление трансграничных водоносных горизонтов и оценка современной степени их изученности	67
7.2 Антропогенные угрозы ресурсам подземных вод и трансграничным водоносным горизонтам	68
7.2.1 Трансграничное загрязнение подземных вод	68
7.2.2 Воздействие сельскохозяйственной деятельности на качество подземных вод.....	71
7.2.3. Истощение подземных вод	72
7.3 Взаимодействие поверхностных и подземных вод	72
7.4 Воздействие изменения климата на неглубокие водоносные горизонты и зависимые экосистемы, а также на вечномерзлотные подземные воды	73
7.5 Приоритетные вопросы трансграничного значения: вклад в ТДА бассейна озера Байкал..	74
Источники и литература.....	76

Сокращения

БЦБК	Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат (Россия)
ГЭФ	Глобальный экологический фонд
ГИС	геоинформационные системы
ГОК	горно-обработывающий комбинат
ГСМ	горюче-смазочные материалы
ЕС	Европейский Союз
МГП	Международная гидрологическая программа (ЮНЕСКО)
КУВР	Комплексное управление водными ресурсами
MARCC	Монголия: Оценочный отчет по изменению климата
МУНТ	Монгольский университет науки и технологии
ПДК	предельно допустимая концентрация
СЦКК	Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат (Россия)
ТДА	Трансграничный диагностический анализ
СПД	Стратегическая программа действий
ХПК	химическое потребление кислорода
ЮНЕП	Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)
ЮНЕСКО	Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО)
ЮНОПС	Управление ООН по обслуживанию проектов (ЮНОПС)
UNEP-NISD	ЮНЕП-Сеть институтов в целях устойчивого развития

Введение

Настоящий отчет является вкладом в Проект *Комплексное управление природными ресурсами трансграничной экосистемы бассейна озера Байкал (Байкальский проект)*, реализуемый ПРООН и финансируемый ГЭФ. Отчет подготовлен МГП ЮНЕСКО, которая является одним из исполнительных агентств и партнеров проекта, в сотрудничестве с кафедрой водных ресурсов ЮНЕСКО Иркутского государственного университета (Россия), Иркутским государственным техническим университетом, Геологическим институтом Сибирского отделения Российской академии наук, Байкальским институтом природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, кафедрой устойчивого управления подземными водами ЮНЕСКО Института геоэкологии Монгольской академии наук, Институтом метеорологии и гидрологии Монголии, Государственным агентством Монголии по управлению природными ресурсами, Университетом Цукуба, Япония, и другими национальными и международными партнерами.

Данный отчет консолидирует итоги работы по Результату 1.3 Байкальского Проекта по оценке ресурсов подземных вод и их взаимодействия с поверхностными водами в трансграничном бассейне озера Байкал. В качестве центрального элемента была изучена роль подземных вод в поддержании функционирования уникальных экосистем озера Байкал. В исследование входило определение и описание потенциальных угроз для этих экосистем в контексте количественных (снижение уровня подземных вод) и качественных (загрязнение подземных вод) аспектов. Приоритет отдавался определению гидрологического, гидравлического и гидрохимического взаимодействий между поверхностными и подземными водами с особым акцентом на неглубокие водоносные горизонты в флювиальных/аллювиальных отложениях и их взаимодействия с прилегающими реками и озерами.

Под научным руководством ЮНЕСКО была сформирована проектная команда в составе партнерских организаций из России и Монголии, а также национальных экспертов по подземным водам из обеих стран. В период реализации проекта, ЮНЕСКО был организован ряд совещаний с участием проектной команды. Эти совещания, проходившие в Улан-Баторе 20-22 ноября 2012 г. и в Улан-Удэ (20-22 марта 2012 г. и 10 июля 2013 г.), предоставили возможность проектной команде детально обсудить работу и рабочий план, а также согласовать структуру и содержание отчетных материалов.

Центральной задачей проектной команды являлось определение проблем, касающихся подземных вод и вызывающих озабоченность в трансграничном масштабе, таких как деградация ресурсов подземных вод в верхнем течении рек, потенциальная трансграничная транспортировка загрязняющих веществ, загрязнение подземных вод, истощение подземных вод вследствие чрезмерной эксплуатации водоносных горизонтов, а также риск и неопределенность, связанные с воздействием изменения климата на различные типы водоносных горизонтов. Кроме изучения биофизических аспектов, оценка также включала обзор практик управления подземными водами и институционально-правовой базы управления трансграничными водами (в т. ч. подземными).

Заключительный отчет был структурирован таким образом, чтобы отразить основные задачи работы:

- Гидрогеологические условия и текущее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод
- Неглубокие аллювиальные водоносные горизонты и их взаимодействие с поверхностными водами
- Антропогенные угрозы для ресурсов подземных вод
- Уязвимость экосистем, зависящих от подземных вод

- Наличие данных по трансграничным водоносным горизонтам и подземным водам в бассейне Байкала
- Влияние изменения климата на ресурсы подземных вод
- Приоритетные проблемы подземных вод, вызывающие озабоченность в трансграничном масштабе.

Настоящий отчет является итоговым результатом, описывающим заключения, сделанные в результате работы, выполненной проектной командой экспертов по подземным водам под руководством ЮНЕСКО. Отчет предназначен стать вкладом в ТДА бассейна озера Байкал, который был подготовлен в рамках данного Проекта.



Обзорная карта, показывающая бассейн озера Байкал и политическую границу между Россией и Монголией, а также крупнейшие города, крупные реки и районы их слияний, дельту реки Селенга и озера Байкал и Хубсугул. Хотя озеро Байкал полностью расположено на территории Российской Федерации, его бассейн простирается на территорию Монголии. (Карта выполнена ГЭФ).

Сводная информация

В рамках Проекта ПРООН-ГЭФ «Комплексное управление природными ресурсами трансграничной экосистемы бассейна озера Байкал» МГП ЮНЕСКО было поручено выполнение работы, касающейся ресурсов подземных вод в бассейне озера Байкал (Результат 1.3). Задачей данной работы являлась оценка основных причин трансграничной деградации в бассейне,

связанной с подземными водами и их взаимодействием с поверхностными водами, и включение результатов работы в документ ТДА. Основные выводы и заключения имеют большое значение для устойчивого развития экосистем бассейна озера Байкал и представлены в настоящем отчете.

Работа, выполненная проектной командой ЮНЕСКО-МГП, фокусировалась на следующем: (i) настоящее состояние оценки, хозяйственного освоения и управления ресурсами подземных вод, (ii) трансграничные водоносные горизонты и трансграничные стоки подземных вод и транспортировка загрязнений, (iii) антропогенные угрозы для ресурсов подземных вод и зависящих от них экосистем, (iv) загрязнение подземных вод и политика их охраны, (v) взаимодействие поверхностных и подземных вод и комплексное управление этими ресурсами, (vi) воздействие изменения климата на подземные воды. В рамках проекта также был выполнен обзор институционально-правовой базы управления ресурсами подземных вод и предложены рекомендации по гармонизации политики управления и охраны подземных вод в двух странах, совместно расположенных в бассейне озера Байкал: Российской Федерации и Монголии.

Вышеуказанная оценка была ограничена неполным наличием и/или доступностью данных, касающихся подземных вод, в обеих странах. Поэтому, были тщательно разработаны рекомендации для мониторинга за состоянием подземных вод и для соответствующих исследований подземных вод. Реализация данных рекомендаций послужит расширению знаний о мелких и трансграничных водоносных горизонтах и будет способствовать устойчивому управлению и охране ресурсов подземных вод в бассейне озера Байкал и, в особенности, трансграничных подземных вод, находящихся в пределах совместной трансграничной территории Российской Федерации и Монголии. Основной задачей данного процесса является обеспечение долгосрочной доступности и качества подземных вод как стратегического источника для человеческой жизни (для питья или других санитарных целей), экономического освоения (например, для нужд сельского хозяйства, промышленности) и охраны экосистем, зависящих от подземных вод. Кроме того, необходимо уважать нематериальную ценность подземных вод, связанную с этическими, религиозными и культурными традициями обществ, проживающих в бассейне озера Байкал. Для некоторых небольших сельских и горных селений ресурсы подземных вод являются ключом для снижения уровня бедности.

Социальная, экономическая и экологическая роль подземных вод в бассейне Байкала

Подземные воды являются существенным компонентом гидрологического цикла, а водоносные горизонты являются важными гидрологическими единицами в водосборных зонах и бассейнах рек. В природе подземные воды являются ключевым компонентом многих геологических и геохимических процессов и выполняют многие экологические функции, поддерживая родниковый, речной и грунтовый сток, а также озера и водно-болотные угодья. Вследствие своего широкого распространения, хорошего, по большей части, качества, низкой уязвимости, стойкости по отношению к наводнениям и засухе и, как правило, небольшим затратам на хозяйственное освоение, подземные воды в бассейне озера Байкал играют важную роль в социально-экономическом развитии. Большинство населения в Байкальском бассейне зависит от подземных вод, которые используются для питья и других хозяйственных целей.

Система подземных вод в бассейне озера Байкал характеризуется глубокими и неглубокими водоносными горизонтами. В Монголии глубокие водоносные горизонты встречаются в двух областях, различающихся по геолого-структурным условиям, подвергшихся существенной тектонической перестройке с образованием тектонических разломов и сформировавшихся в фазе каледонского орогенеза (северо-монгольское подразделение) и в фазе позднего герцинского орогенеза (монголо-забайкальское подразделение). В России глубокие водоносные горизонты формируются в бассейне рек Лена и Киренга, в Байкальской рифтовой зоне и в

Селенгинско-Даурском бассейне подземных вод. Трещинная проницаемость превалирует в глубоких водоносных горизонтах в метаморфических и магматических породах, однако также регистрируется двойная проницаемость в водоносных горизонтах в консолидированных осадочных породах. Направление и объем стока подземных вод контролируются плотностью пород, пространственной ориентацией, размером и проницаемостью тектонических разломов и трещин, которые создают вертикальные каналы для движения подземных вод в породе. С глубокими водоносными структурами (разломами) связаны и холодные подземные воды (возобновляемые), и полезные ископаемые, и газифицируемые термальные воды.

Неглубокие водоносные горизонты встречаются в различных типах неконсолидированных осадочных отложений. Высокопроизводительные неглубокие водоносные горизонты с обильными ресурсами подземных вод присутствуют в пористых флювиальных отложениях (песках и гравии) в поймах и на низких террасах рек Селенга, Туул, Орхон, а также других крупных рек в бассейне озера Байкал. Такие неглубокие водоносные горизонты, часто гидравлически связанные с реками и поверхностными водотоками, являются основными источниками питьевой воды в столицах Монголии Улан-Баторе и Республики Бурятия Улан-Удэ, а также в других крупных городах на монгольской и российской территориях Байкальского бассейна. Экономическое и социальное значение неглубоких водоносных горизонтов, их доступность, зависимость многих экосистем от неглубоко залегающих подземных вод (например, дельта реки Селенги), гидравлическая и гидродинамическая взаимосвязь между реками и прилегающими неглубокими водоносными горизонтами, растущее воздействие человека на качество водных ресурсов и влияние изменения климата, являются основными критериями, которые повлияли на решение о рассмотрении подземных вод в мелких и трансграничных водоносных горизонтах в качестве приоритетного ресурса в рамках вклада ЮНЕСКО в проект ПРООН-ГЭФ.

На основе сбора, выверки и оценки имеющихся надежных данных по подземным водам, гидрогеологических карт и другой соответствующей экологической и социально-экономической информации были подготовлены следующие ключевые результаты работы:

- Компиляция имеющихся данных и информации по мелким трансграничным водоносным горизонтам, находящимся в пределах территорий России и Монголии, расположенных в бассейне озера Байкал, и существующего состояния знаний этих двух стран о данном предмете
- Определение приоритетных вопросов, касающихся подземных вод и вызывающих озабоченность в трансграничном масштабе: антропогенные угрозы для ресурсов подземных вод
- Взаимодействие между поверхностными и подземными водами
- Воздействие изменения климата на подземные воды,
- Компонент трансграничного диагностического анализа, связанный с подземными водами.

Трансграничные водоносные горизонты: текущее состояние знаний

В бассейне озера Байкал встречаются следующие трансграничные водоносные горизонты: неглубокие водоносные горизонты в поймах рек Селенга, Кяхтинка и Чикой. По всем трем участкам отмечается недостаток сведений о подземных водах. Имеется ограниченный массив знаний о мощности водоносных горизонтов, а также о физических свойствах и химических характеристиках подземных вод. Также отсутствуют данные по подземным водам для оценки взаимодействия между неглубокими водоносными горизонтами и прилегающими реками. На сегодняшний день работа в рамках российско-монгольского Соглашения об охране и использовании трансграничных вод проводится только в отношении поверхностных вод. Были

созданы сети мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод и регулярно проводятся измерения стока и качества поверхностных вод. Однако, соответствующие сети мониторинга состояния трансграничных подземных вод до сих пор не созданы.

Основательный массив знаний является обязательным условием для компетентного и научно обоснованного принятия решений по ресурсам подземных вод и их управления, как на национальном уровне, так и в трансграничном контексте. Поэтому, первоочередной задачей является создание сетей мониторинга состояния трансграничных подземных вод на основе гармонизированной методологии, стандартизированных технологий измерения подземных вод и стандартизированной частоты отбора проб подземных вод. Данные по подземным водам необходимы для оценки стоков трансграничных подземных вод, определения ресурсов трансграничных подземных вод и своевременного выявления ухудшения их качества, а также возможной трансграничной транспортировки загрязняющих веществ. Более того, определено, что необходимо создание общей базы данных ГИС по подземным водам, а также взаимная доступность и бесплатный обмен данными между Россией и Монголией.

Приоритетные вопросы, касающиеся подземных вод и вызывающие озабоченность в трансграничном масштабе: антропогенные угрозы для ресурсов подземных вод

Деятельность человека в бассейне озера Байкал воздействует на состояние ресурсов подземных вод как в плане качества, так и количества, и включает следующее:

- (i) Сброс отходов и сточных вод, в частности, в результате горно-добычных работ, является основным источником загрязнения поверхностных и подземных вод с потенциальными трансграничными последствиями для экосистем озера Байкал.
- (ii) Кумулятивные эффекты разных источников загрязнения на экосистемы озера Байкал могут усугубляться увеличивающимся климатическим непостоянством и изменением, воздействуя на речные стоки и уровень подземных вод.
- (iii) Хотя в настоящее время в бассейне озера Байкал не существует ситуаций, связанных с чрезмерной эксплуатацией изобильных ресурсов подземных вод, тем не менее, отсутствие адекватных мер по мониторингу и охране качества воды в мелких аллювиальных водоносных горизонтах, используемых для обеспечения питьевой водой и неразрывно связанных с поверхностными водами, может создавать угрозы для устойчивого развития и здоровья людей.

Твердые и жидкие отходы различного происхождения, являются серьезными источниками загрязнения подземных вод в бассейне озера Байкал на территории обеих стран. В частности, добыча и обработка золота, меди, молибдена, вольфрама, цинка и угля, которые проводятся масштабно и на протяжении длительного периода, производят отходы, зачастую содержащие токсичные вещества. Источники загрязнения, оказывающие воздействие на качество подземных вод, включают неконтролируемые утечки сточных вод из рудопромывочных и рудообогатительных фабрик, обработку горнопромышленных материалов после их добычи, первичную обработку угля, а также неконтролируемые утечки из хвостохранилищ, отвалов, прудов испарения и других неконтролируемых мест хранения отходов. Загрязнение подземных и поверхностных вод от промышленных и муниципальных полигонов для хранения отходов и неконтролируемые утечки неочищенных сточных вод, также регистрировались в некоторых местах бассейна озера Байкал в обеих странах – России и Монголии.

Загрязнение подземных вод из вышеуказанных источников имеет преимущественно локальный характер (касается конкретного участка или объекта эксплуатации). Однако вследствие взаимодействия между неглубокими водоносными горизонтами с реками и ручьями, поверхностные воды могут загрязняться стоками подземных вод, а загрязнение может

транспортироваться через российско-монгольскую границу. Неконтролируемые места хранения отходов, расположенные в поймах рек, и сбросы неочищенных сточных вод являются наиболее значительными потенциальными источниками загрязнения, угрожающими продуктивным и уязвимым мелким водоносным горизонтам во флювиальных отложениях.

Рейтинговые критерии ТДА, примененные для оценки воздействия различных источников загрязнения на качество подземной воды, определили, что **воздействие горнодобывающей деятельности на качество подземных вод является проблемой, вызывающей большую озабоченность в трансграничном масштабе** (общий рейтинг 6). Горная разработка минеральных месторождений ведется как открытым карьерным способом, так и с использованием глубоких шахт, что требует большого объема воды. Из горной породы извлекается только небольшая часть полезных минеральных компонентов, в то время как 90-95% породы выбрасывается как отходы горного производства. В водосборном бассейне реки Селенга хранятся десятки миллионов тонн рудных хвостов с 3-4 процентной сульфидной минерализацией, которые, вследствие идущих процессов окисления, по всей вероятности, являются источником загрязнения подземных вод. Отходы горного производства часто хранятся с использованием так называемого плотинного метода, который предохраняет только от механического попадания хвостов в окружающие участки, но не решает проблему миграции растворимых опасных веществ в подземные воды. Некоторые частные горнодобывающие компании нелегально используют ртуть для извлечения золота и, таким образом, загрязняют водные ресурсы токсичными веществами. В местах хранения отходов элементы рудных минералов также выщелачиваются атмосферной и поверхностной водой и попадают в водоносные горизонты. В российской и монгольской частях Байкальского бассейна редко создаются системы мониторинга, специально разработанные для конкретных участков или объектов эксплуатации и контролирующие качество воды и истощение подземных вод вокруг горнопромышленных объектов.

Была рекомендована следующая адаптивная управленческая стратегия для контроля за качеством подземных и поверхностных вод и недопущения загрязнения от горнодобывающей деятельности:

1. Изучение и оценка горнодобывающей деятельности на крупных горнопромышленных участках на монгольской и российской территории Байкальского бассейна на предмет ее потенциального воздействия на водные ресурсы;
2. Оценка минерального состава отходов горного производства на крупных полигонах для хранения отходов и химического состава утечек с мест их хранения, с целью разработки рекомендаций по эффективным мерам защиты и технологиям очистки;
3. Строительство и использование специально разработанных для конкретных объектов эксплуатации систем мониторинга вокруг горнопромышленных участков для контроля качества подземных вод и воздействия забора воды (с целью осушения шахт и переработки руды) на снабжение питьевой водой, ирригационные объекты или экосистемы.

Национальная политика по охране водных ресурсов и нормативно-правовые базы в обеих странах должны предусматривать следующее:

1. Экологически безопасная горнодобывающая деятельность и управление являются обязательными условиями для выдачи государственными органами разрешений на разработку месторождений полезных ископаемых;
2. Регулярная очистка сточных вод для недопущения утечки токсичных веществ, содержащихся в сточных водах, которые сбрасываются из горнопромышленных объектов, и их попадания в поверхностную и/или подземную воду;

3. Владельцы горнопромышленных объектов должны нести ответственность за инвестиции и внедрение соответствующих современных технологий по очистке шахтных и сточных вод, строительство безопасных мест хранения отходов и работу специально разработанных для конкретных объектов эксплуатации сетей мониторинга, следящих за состоянием подземных вод.

Неконтролируемый сброс сточных вод от промышленных объектов и муниципальных районов также является значительным источником загрязнения подземных вод (общий рейтинг ТДА 4). Будут необходимы значительные инвестиции для строительства очистных сооружений с современной технологией очистки. В следующие 10 лет необходимо усовершенствовать обработку сточных вод, включая их вторичное использование, с целью снижения воздействия промышленных и муниципальных жидких отходов на качество ресурсов подземных вод и зависящие от них экосистемы.

Воздействие неконтролируемых промышленных и муниципальных свалок **твердых отходов** на качество подземных вод отмечено во многих промышленных районах и муниципальных и сельских поселениях в водосборном бассейне озера Байкал. Многие места хранения отходов расположены в проницаемых флювиальных отложениях на пойменных участках, где сезонное колебание уровня подземных вод зависит от течения поверхностных вод в реках. Токсичные вещества и другие загрязняющие вещества могут вымываться из неконтролируемых мест хранения отходов и попадать в неглубокие водоносные горизонты. В период сезонного меженного стока рек, загрязненная подземная вода может попадать в поверхностные водотоки, и загрязнение, в потенциале, может распространяться на большие расстояния и, в том числе, пересекать государственные границы.

Новые полигоны для захоронения отходов необходимо размещать в таких местах, где производительные водоносные горизонты не развиты, уровень подземных вод находится глубоко от поверхности земли, а зона аэрации имеет низкую проницаемость и большую мощность. С технической точки зрения, полигоны для захоронения отходов должны строиться с использованием защитных непроницаемых слоев, имеющих высокую абсорбционную способность, дренажных систем и сетей мониторинга, специально разработанных для таких объектов. Для такой экологически безопасной утилизации твердых отходов в ближайшем будущем потребуются значительные инвестиции со стороны муниципалитетов и промышленных компаний.

Рекомендуются следующие меры по охране подземных вод от загрязнения промышленными отходами:

1. Изучение и оценка мест хранения отходов крупных промышленных предприятий или предприятий, производящих токсичные отходы и расположенных вблизи систем снабжения водой или водоносных горизонтов со значительными ресурсами подземных вод;
2. Проектирование и реализация технических мер для безопасной эксплуатации существующих мест хранения отходов или закрытие мест хранения отходов, не отвечающих соответствующим требованиям, включая удаление токсичных отходов;
3. Реализация технологий по вторичному использованию очищенных сточных вод (например, для пополнения водоносных горизонтов, ирригации);
4. Регулярный контроль химического состава очищенных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водотоки, озера или подземные воды;

5. Использование специально разработанных для конкретных объектов эксплуатации сетей мониторинга вокруг мест хранения отходов с целью наблюдения за качеством подземной воды и своевременного выявления потенциальных утечек загрязняющих веществ.

Диффузное загрязнение подземных вод нитратами и пестицидами в результате сельскохозяйственной деятельности до настоящего времени не отмечено в качестве значительной экологической проблемы в бассейне озера Байкал. Объем применяемых удобрений и химикатов, а также интенсивность сельскохозяйственной деятельности низки по сравнению с, например, европейскими странами и США. Тем не менее, земледелие быстро развивается, в частности в Монголии, и ожидается, что возрастающее использование удобрений и химикатов окажет существенное воздействие на качество почв и подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах в ближайшем будущем.

Поэтому, необходимы скоординированные усилия сельскохозяйственного и водохозяйственного секторов для своевременного определения политики устойчивого развития сельскохозяйственного производства и экологически безопасной охраны ресурсов подземных вод. Для охраны качества подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, находящихся под культивируемыми пахотными землями, рекомендуются следующие меры устойчивого сельскохозяйственного производства:

1. Поддержание традиционной системы севооборота;
2. Контроль за применением удобрений и пестицидов (тип, объем, дозировка и время их применения);
3. Выбор подходящих технологий культивации (в особенности, обработка почвы);
4. Сохранение качества почвы (например, поддержание динамичной стабильности органических веществ почвы);
5. Контроль за балансом азота и углерода как важнейшей характеристики контроля за количеством азота, выщелачиваемого в насыщенном водоносном горизонте;
6. Мониторинг за состоянием качества почвы и подземных вод (вертикальное профилирование зоны аэрации и водоносного горизонта), для контроля за транспортировкой нитратов и трансформационными процессами. Мониторинг за возвратными водами орошения также необходим, так как вода, используемая для орошения, способствует увеличению засоленности почвы, а выщелоченные соли попадают в нижележащие неглубокие водоносные горизонты и ухудшают качество подземной воды.

Высокий уровень **точечного загрязнения подземных вод** азотосодержащими соединениями (700 мг/л нитрата) выявлен на участках, окружающих птицефабрики на российской территории Байкальского бассейна. Неконтролируемый сброс сточных вод из животноводческих ферм является значительным источником загрязнения уязвимых неглубоких водоносных горизонтов. Поэтому, очистка сточных вод, сбрасываемых из животноводческих ферм, должна стать обязательным условием работы таких хозяйств. Необходимо регулярно проводить мониторинг качества сбрасываемых очищенных сточных вод.

Истощение трансграничных подземных вод. Нехватка подземных вод вследствие роста населения и их загрязнения отмечена в некоторых районах на монгольской территории Байкальского бассейна. На сегодняшний день не проводилось гидрогеологическое изучение и оценка потенциального воздействия горнодобывающей деятельности, в частности, горного дренажа на объем и качество ресурсов подземных вод. Чрезмерное выкачивание шахтных вод ведет к истощению ресурсов подземных вод и деградации их качества и может повлиять на системы снабжения подземными водами. Более того, устойчивые темпы эксплуатации

локальных ресурсов подземных вод уже превышены на территориях, где спрос на воду высок, таких как бассейны рек Туул и Шариин вблизи Улан-Батора.

На российской территории Байкальского бассейна пока еще не регистрировалось истощение подземных вод. Тем не менее, до настоящего времени не проводилось регулярных наблюдений за уровнем и забором подземных вод.

Растущий спрос на ресурсы подземных вод для обеспечения питьевой водой и других целей требует комплексного контроля за забором подземной воды. Рекомендуется создание и использование специально разработанных для конкретных объектов сетей мониторинга вокруг систем водоснабжения и других объектов забора подземной воды. Регулярный мониторинг предоставит данные для оценки ресурсов подземных вод и их устойчивого развития и управления.

Взаимодействие поверхностных и подземных вод

Значительные ресурсы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах встречаются во флювиальных отложениях на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал. Эти ресурсы подземных вод используются для снабжения питьевой водой многих городов и сельских поселений. Взаимодействие подземной воды с соседствующими реками происходит на пойменных участках и низких речных террасах. Однако, данные об уровне воды недостаточны для оценки:

1. Взаимодействия между подземными и поверхностными водами;
2. Доли поверхностных вод, просачивающихся в подземные воды в неглубоких водоносных горизонтах;
3. Объемов попадания подземных вод в поверхностные водотоки;
4. Трансграничного стока подземных вод и потенциальной транспортировки загрязняющих веществ в неглубоких водоносных горизонтах в российско-монгольских трансграничных районах.

На трансграничном уровне и в масштабе бассейна озера Байкал приоритет в изучении взаимодействия между двумя видами вод должен отдаваться обширным долинам Селенги, Орхона, Уды и других крупных рек и местам их слияний, где встречаются мощные и проницаемые флювиальные отложения, содержащие значительные и экономически доступные ресурсы подземных вод в производительных неглубоких водоносных горизонтах. Однако гидрогеологические знания о таких неглубоких водоносных горизонтах ограничены, а данные об их мощности, уязвимости, проницаемости и гидравлических свойствах, а также данные о регулярном измерении уровня подземных вод, химическом составе и качестве подземных вод, недостаточны. Данные, в особенности, необходимы для изучения сезонных изменений уровня как поверхностных, так и подземных вод и для исследования влияния таких изменений на аккумуляцию подземных вод и их попадание в реки в сухие сезоны и на просачивание поверхностной воды в прилегающие неглубокие водоносные горизонты во влажные периоды.

Для лучшего понимания взаимодействия подземных и поверхностных вод в монгольских и российских трансграничных районах и в бассейне озера Байкал, регулярное наблюдение за уровнем и стоком поверхностных вод станциях мониторинга на реках, необходимо дополнить наблюдением за уровнем подземных вод в предложенных скважинах, устроенных в мелких трансграничных водоносных горизонтах и в местах слияния крупных рек. Данные такого мониторинга способствуют оценке стока трансграничных подземных вод и определению влияния колебаний уровня воды на объем и качество ресурсов подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, примыкающих к поверхностным водотокам. Эти данные будут использоваться для

разработки и калибровки концептуальной модели изучаемых районов, как первого шага в процессе наполнения ГИС данными и построения числовой модели, привязанной к системе координат.

Воздействие изменения климата на неглубокие водоносные горизонты и зависимые экосистемы, а также подземные воды в вечной мерзлоте

Глубокие водоносные горизонты со временем пребывания и периодом обновления, исчисляемыми тысячами лет или даже тысячелетиями в случае с ископаемой подземной водой, обычно обладают низкой степенью уязвимости к современным колебаниям и изменениям климата. Неглубокие водоносные горизонты, содержащие подземные воды с меньшим временем пребывания (от нескольких дней до сотен лет), являются намного более уязвимыми к воздействию изменения климата. Повышающаяся температура воздуха и изменения в характере атмосферных осадков и их интенсивности, воздействуют на условия подпитки подземных вод и, как следствие, влияют на аккумуляцию подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах. За последние десятилетия температура воздуха на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал повысилась (например, на 2,1°C за последние 70 лет в Монголии). Атмосферные осадки демонстрируют высокую степень региональной вариативности. В Монголии в горном регионе Алтая, в Говь-Алтае и в восточной части страны количество осадков увеличилось с 1961 г. В других регионах осадки уменьшились на 0,1–2,0 мм/год. На российской территории снижение осадков (25,5–47 мм/год за последние 30 лет) отмечено в нижнем и среднем течении реки Селенга. Однако, в бассейне реки Джиды, количество осадков увеличилось на 11,6 мм за последние 30 лет.

Исследование, проводимое в бассейне реки Туул, подчеркивает зависимость питания неглубоких водоносных горизонтов от атмосферных осадков. 70% годового количества осадков выпадает в течение летних месяцев (апрель–август), когда отмечается почти одновременное повышение уровня подземных вод. Среднегодовой сток поверхностных вод в период 2000–2010 гг. снизился с 24 до 39% в реках Селенга, Чикой, Хилок и Уда. В зимний период речной сток, по большому счету, поддерживается подземными водами из неглубоких водоносных горизонтов. На основе имеющихся данных видно, что в течение последнего десятилетия расход подземных вод в реках Селенга (на российско-монгольской границе), Чикой и Уда увеличился примерно на 17,6%, 10,5% и 19,2% соответственно. Выявленные климатические изменения влияют на речной сток, уровень и запасы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах во многих местах бассейна реки Селенга.

В районах многолетней мерзлоты необходимо уделять особое внимание влиянию климатических условий на наличие и доступность подземных вод. Отмечается увеличивающаяся мощность тающего слоя вечной мерзлоты вследствие повышения температуры. Подземные воды, содержащиеся в вечной мерзлоте, являются ценным источником питьевой воды для небольших сельских поселений и для пастбищного скота. С повышением температуры воздуха ресурсы подземных вод в вечной мерзлоте станут важным источником питьевой воды для многих сельских поселений в горных и предгорных районах. Рекомендуется проведение мониторинга за состоянием водоносных горизонтов в многолетней мерзлоте в Байкальском бассейне, с целью наблюдения за влиянием изменения климата на ресурсы подземных вод.

Снижение уровня подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах вследствие изменения климата, окажет влияние на зависимые от подземных вод водно-болотные угодья и экосистемы. Обширные водно-болотные угодья и их зависимость от неглубоких водоносных горизонтов наблюдаются, в частности, в дельте реки Селенга. Гидрогеологическое изучение неглубоких водоносных горизонтов, проведение мониторинга с целью раннего предупреждения и

экологические исследования, необходимы для эффективной охраны водно-болотных угодий и экосистем, зависящих от неглубоких водоносных горизонтов в бассейне Байкала.

Приоритетные проблемы, вызывающие озабоченность в трансграничном масштабе: вклад в ТДА бассейна озера Байкал

Деятельность человека может оказывать необратимое воздействие на водоносные горизонты и содержащиеся в них ресурсы подземных вод. Реализация рекомендуемых действий для решения приоритетных проблем, вызывающих озабоченность в трансграничном масштабе и описанных выше как компонент ТДА, снизит текущие и будущие риски загрязнения и истощения подземных вод. Рекомендуемые приоритетные действия будут полезны для устойчивого развития ресурсов подземных вод и их управления в бассейне озера Байкал, охраняя качество подземных вод и целостность зависящих от них экосистем. На трансграничном уровне рекомендуемые меры помогут предупредить потенциальные конфликты, связанные с трансграничными ресурсами подземных вод.

Реализация предлагаемых приоритетных действий: а) улучшит знания об объеме и качестве ресурсов подземных вод и их загрязнении во всем Байкальском бассейне, б) прояснит гидрогеологические условия в трансграничных районах, где пока еще не проводится мониторинг стока подземных вод с монгольской или российской территории бассейна озера Байкал и обеспечит получение данных для контроля за потенциальной транспортировкой загрязняющих веществ подземных вод, которые в настоящее время отсутствуют.

1. Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод

Обзор гидрогеологических условий на территории бассейна озера Байкал сконцентрирован на описании подземных вод и водоносных горизонтов, встречающихся в более старых стратиграфических подразделениях. В главе 2 проведена оценка ресурсов подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, касающаяся взаимодействия между поверхностными водами в крупных реках и подземными водами в неглубоких водоносных горизонтах в примыкающих поймах и речных террасах, состоящих из проницаемых флювиальных отложений четвертичного периода.

1.1 Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод на монгольской территории бассейна озера Байкал

Монгольская территория бассейна озера Байкал включает два основных района, различающиеся по геолого-структурным и геотектоническим условиям: северо-монгольский район, геологическое формирование которого связано с древнекаледонским орогенезом, и монголо-забайкальский район, сформировавшийся в период позднегерцинского орогенеза. Оба района находятся под влиянием глубоких тектонических структур Тамир и Баянгол и некоторых других глубоких тектонических разломов (Джадамбаа, 2006).

Северо-монгольский район

Подземные воды в северо-монгольском районе встречаются во флювиальных отложениях четвертичного периода, осадочных породах мезозойской эры и трещиноватых породах домезозойской эпохи (Рисунок 1.1).

Неглубокие водоносные горизонты в высокопроницаемых флювиальных отложениях содержат значительные ресурсы подземных вод, широко используемых для водоснабжения муниципалитетов и сельских поселений.

Глубокие водоносные горизонты в отложениях кайнозойской и мезозойской эр встречаются на средне-возвышенных участках Орхоно-Селенгинского бассейна, состоящих из конгломератов, песчаников, аргиллитов, алевролитов, глины и песка. Уровень подземных вод в отложениях мелового периода существенно колеблется (от 4 до 80 м), а дебит скважины варьирует от 0,15 до 10,4 л/с. Качество подземных вод часто не соответствует требованиям стандартов питьевой воды вследствие жесткости воды и общего содержания растворённых веществ.

Непрерывные многолетнемерзлые породы, мощностью 200-500 м и более, часто встречаются в высоких массивах Хубсугульского, Хангайского и Хэнтэйского хребтов. Не сплошные изолированные многолетнемерзлые участки средней мощностью 15-25 м и 50-100 м распространены в бассейнах и долинах малых рек. На сегодняшний день в Монголии не проводились исследования водоносных горизонтов в вечной мерзлоте. Тем не менее, подземные воды, содержащиеся в вечной мерзлоте, являются ценным источником питьевой воды для нескольких небольших сельских поселений и для пастбищного скота.

Н. Джадамбаа (2012) в рамках проекта «Укрепление комплексного управления водными ресурсами в Монголии» (2010) подсчитал объем возобновляемых и потенциально пригодных к эксплуатации ресурсов подземных вод. В северо-монгольском подразделении объем возобновляемых ресурсов подземных вод составляет 5,08 млрд. м³ (13 931 тыс. м³/сут), а

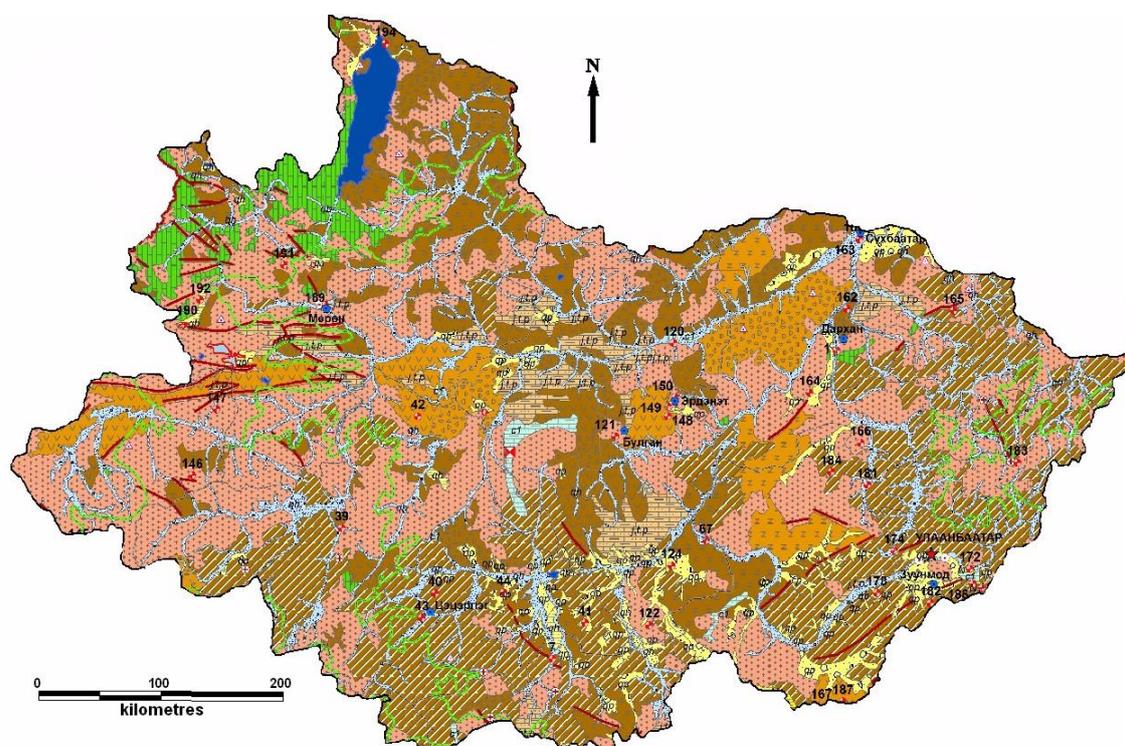
объем потенциально пригодных к эксплуатации ресурсов составляет 2,36 млрд. м³ (6 473 тыс. м³/сут).

Монголо-забайкальское подразделение

Монголо-забайкальское стратиграфическое подразделение состоит из различных отложений и пород разного возраста и степени проницаемости (Рисунок 1.1).

В осадочных отложениях (известняки, песчаники, алевролиты и конгломераты) пермского, триасового, юрского, мелового периодов, палеоцена и неогена, а также в отложениях четвертичного периода, на разной глубине и в разных условиях распространенности, мощности, литологической разновидности и проницаемости, формируются локальные водоносные горизонты и водоносные комплексы, содержащие значительные ресурсы подземных вод, (Рисунок 1.1).

Содержание подземных вод в метаморфических и интрузивных породах зависит от тектонического обнажения пород. В породах, встречающихся в зонах разломов, трещинная проницаемость высока. В нескольких скважинах, пробуренных в таких зонах, были отмечены значительные ресурсы подземных вод.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Производительность 0,1-10 л/с кв. км.



Рисунок 1.1. Гидрогеологическая карта монгольской территории бассейна озера Байкал, масштаб 1:3 000 000 (Н. Джадамбаа и П. Уганбаяр, 2012)

Водоносные осадочные отложения и породы	Водоносные породы и осадочные отложения	Тип водоносного горизонта	Дебит скважины, л/с	Дебит источника, л/с	Водоупонжение, м	Удельный дебит, л/с	Химический тип подземной воды	Минерализация (TDS), г/л
Неогеновые осадочные отложения и осадочные породы	Песок, глина, гравий	Ограниченный	0.5-3.8	-	2.0-40.0	0.2-0.09	SO ₄ -HCO ₃ -Na, Ca	0.5-1.6
Меловые осадочные породы	Гравелит, конгломерат, песчаник, уголь	Ограниченный	0.15-12.4 До 24.0	-	1.2-8.0	0.01-2.4	SO ₄ -HCO ₃ -Na	0.2-1.4
Триасово-юрские вулканические, осадочные и метаморфические породы	Базальт, андезит, песчаник, конгломерат, уголь	Ограниченный, неограниченный	0.3-0.4	<5.0	1.0-1.5	0.3	HCO ₃ -Mg, Na, Ca SO ₄ -HCO ₃ -Na	0.2-0.3

Палеозойские осадочные, метаморфические и вулканические породы	Песчаник, сланец, гнейс, конгломерат, андезит	Неограниченный	0.02-10.0	<14.0	4.5-17.0	0.01-0.7	HCO ₃ -Ca, Mg HCO ₃ -SO ₄ -Ca, Mg	0.1-1.2
Допалеозойские осадочные, метаморфические и карбонатные породы	Известняк, доломит, сланец, песчаник, конгломерат	Ограниченный, неограниченный	0.3-10.0	0.1-20.0 До 70.0	До 15.0	<0.7	SO ₄ -HCO ₃ -Na	0.3-1.0
Интрузивы различного возраста	Гранит, гранодиорит, сиенит	Неограниченный	0.1-4.3	0.6-20.0	2.6-5.1	0.03-0.84	HCO ₃ -Na, Ca	0.1-0.7 Редко 1.3

Таблица 1.1. Гидравлические характеристики и химический состав подземных вод в водоносных горизонтах на монгольской территории бассейна озера Байкал

Подсчитанные (в 2011 г.) в монголо-забайкальском подразделении потенциально пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод составляют 1,29 млрд. м³ (3 558 тыс. м³/сут.), а возобновляемые ресурсы подземных вод составляют 2,96 млрд. м³ (8 134 тыс. м³/сут.).

Гидравлические характеристики и химический состав подземных вод в водоносных горизонтах на монгольской территории Байкальского бассейна показаны в Таблице 1.1.

Ресурсы подземных вод на монгольской территории бассейна озера Байкал

Общие подсчитанные потенциально пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод на монгольской территории Байкальского бассейна составляют 3,53 млрд. м³ в год (9,78 миллионов м³/сут.), что соответствует примерно 44% от общих возобновляемых ресурсов подземных вод (8,05 млрд. м³ в год) на монгольской территории бассейна. Текущее использование подземных вод на монгольской территории бассейна достигает 5,3% от общих пригодных к эксплуатации ресурсов подземных вод. Прогнозируемые пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах на монгольской территории Байкальского бассейна составляют 2,76 млрд. м³/год или 7,58 млн. м³/сут. На сегодня, крупномасштабное изучение подземных вод в пойменных участках рек не проводилось. На монгольской территории Байкальского бассейна пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, утвержденные Комиссией по водным ресурсам Монголии, составляют 1,12 млн. м³/сут.

	Наименование суб-бассейна	Площадь, км ²	Рассчитанные возобновляемые ресурсы подземных вод		Рассчитанные ресурсы подземных вод, пригодные к эксплуатации	
			млрд. м ³ /год	л/с/км ²	млрд. м ³ /год	л/с/км ²
1	Селенга	30,983	1.104	1.13	0.697	0.7
2	Хубсугул-Эгийн Гол	41,321	1.276	0.98	0.432	0.33
3	Дэлгэр-Мурэн	23,018	0.435	0.60	0.229	0.32

4	Идэр	22,757	0.507	0.71	0.129	0.18
5	Чулуут	19,813	0.296	0.47	0.086	0.14
6	Хануй	15,549	0.131	0.27	0.096	0.20
7	Орхон	52,753	1.448	0.87	0.842	0.50
8	Туул	49,416	0.960	0.62	0.641	0.41
9	Хараа	17,463	0.381	0.69	0.182	0.33
10	Эро	21,986	1.516	2.19	0.239	0.34
	Итого	295,059	8.05		3.573	

Таблица 1.2. Возобновляемые и пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод в Монголии
(Источник: Оценка ресурсов подземных вод, Национальный оценочный доклад IWM, 2012)

В Руководстве по оценке водных ресурсов, подготовленном в рамках проекта «Укрепление комплексного управления водными ресурсами в Монголии», дана приблизительная оценка объема возобновляемых и потенциально пригодных к эксплуатации ресурсов подземных вод. Методология состоит из определения конкретного стока подземных вод (Таблица 1.2) и максимально возможного дебита подземных вод на территории учетного участка (л/с/1 км²).

1.2 Гидрогеологические условия и настоящее состояние хозяйственного освоения ресурсов подземных вод на российской территории бассейна озера Байкал

На российской территории Байкальский бассейн подземных вод располагается в пределах трех административных субъектов: Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края, чьи границы частично совпадают с границами крупных геотектонических районов. Юго-восточная часть Иркутской области в пределах бассейна озера Байкал совпадает с Ленско-Киренгским гидрогеологическим бассейном и частично с Байкальской рифтовой зоной на южном берегу озера Байкал. Границы Республики Бурятия совпадают с границами основной части Байкальской рифтовой зоны и бурятской территорией Забайкалья, а юго-западная часть Забайкалья совпадает с небольшой частью бывшей Читинской области, в настоящее время Забайкальского края. Рисунок 1.2 показывает геологические структуры на российской территории Байкальского бассейна.

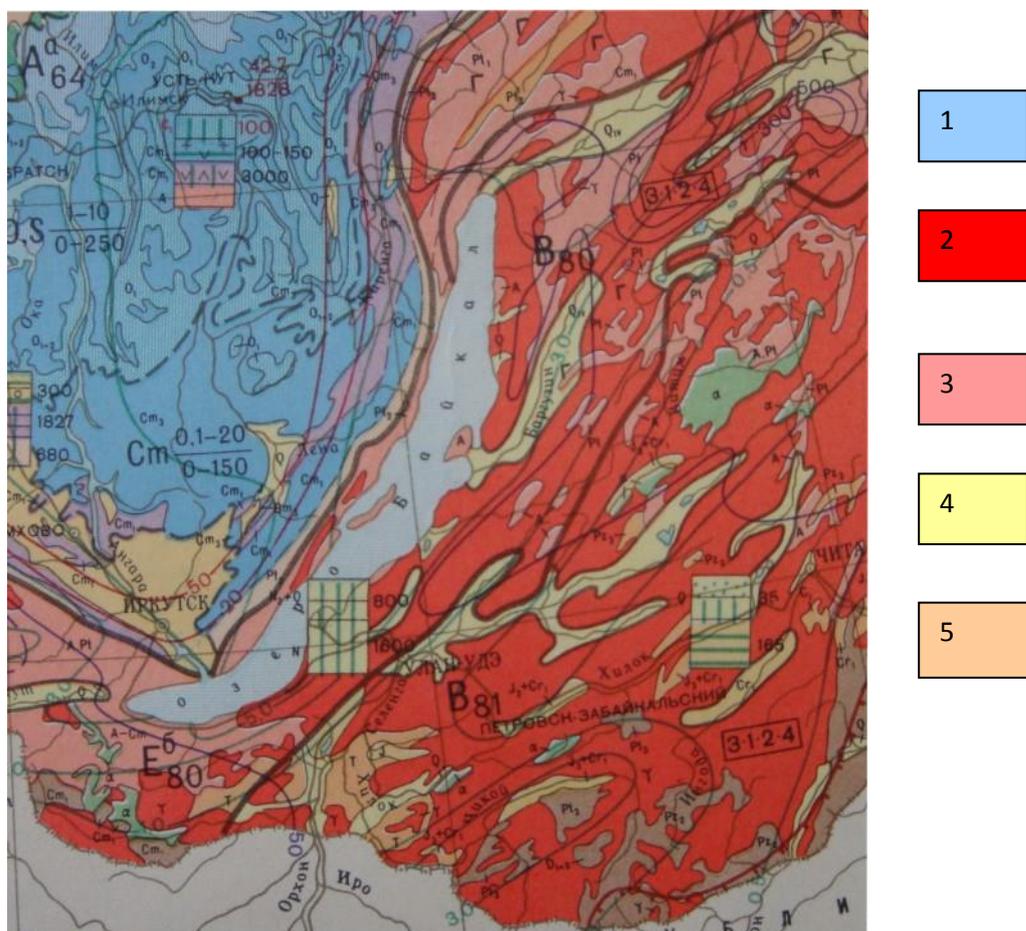


Рисунок 1.2. Схематичная гидрогеологическая карта российской территории бассейна озера Байкал (1:7,500,000).

1 – системы водоносных горизонтов в карбонатных, терригенных отложениях палеозойской эры; 2 – системы водоносных горизонтов в гранитах; 3 - системы водоносных горизонтов в метаморфических породах; 4 – водоносные горизонты в неконсолидированных отложениях кайнозойской эры; 5 - системы водоносных горизонтов в консолидированных отложениях юрско-мелового периода (Зайцев И. К., 1966)

Иркутский участок Байкальского бассейна

Направление и мощность потока подземных вод контролируются плотностью пород, ориентацией и проницаемостью тектонических разломов и трещин в метаморфических и магматических породах протерозойской и архейской эр и в консолидированных осадочных формациях палеозоя. Водоносные горизонты во флювиальных и озерных осадочных образованиях четвертичного периода и неогена встречаются только локально.

В 2011 г. ресурсы подземных вод оценивались примерно в 2 789 тыс. м³/сут., а пригодные к эксплуатации ресурсы в 820 тыс. м³/сут. Пригодные к эксплуатации ресурсы подземных вод и оцененные по 12 водозаборным участкам Иркутской области Байкальского бассейна, составляли 33,74 тысячи м³/сут.

Общий забор подземных вод в 2011 г. достигал 9,9 м³ в день; для снабжения питьевой водой подземная вода использовалась в объеме 7,43 тыс.ч м³/сут. Основными потребителями питьевой воды являются города Слюдянка (2,38 тыс. м³/сут.) и Байкальск (4,11 тыс. м³/сут.). Качество подземной воды отвечает требованиям стандартов питьевой воды. Имеющиеся ресурсы подземных вод удовлетворяют текущие и будущие потребности в снабжении питьевой

водой. Забор подземной воды из шахт, расположенных в районе Хамар-Дабана, в 2011 г. достигал 2,46 тыс. м³/сут.

Бурятский участок Байкальского бассейна

Эксплуатационные ресурсы подземных вод в Республике Бурятия оцениваются в 103 млн. м³/сут. (Государственный доклад 2012). Эксплуатационные ресурсы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, включая береговую фильтрацию из Селенги и других крупных рек, составляют 4 млн. м³/сут. (поверхностный сток в зимний период из Монголии и Забайкальского края в расчете не рассматривались). Качество подземной воды в неглубоких водоносных горизонтах отвечает требованиям стандартов питьевой воды.

Общее содержание растворённых веществ в подземных водах в водоносных горизонтах, находящихся в центральных районах Бурятии (Боргойская, Нижне-Оронгойская, Иволгинская межгорные депрессии), вследствие низкой степени подпитки подземных вод достигает 1-3 г/л. Оцениваемые ресурсы слабоминерализованных подземных вод составляют 10 тыс. м³/сут.

Эксплуатационные ресурсы подземных вод измерялись в 76 водосборных участках, однако подземные воды используются только в 33 из них. Общий объем пригодных к эксплуатации ресурсов подземных вод, подсчитанный в 2012 г., составлял 1 369 560 м³/сут.

Распределение эксплуатационных ресурсов подземных вод исключительно неравномерно:

- 963 600 м³/сут. в долинах реки Селенга и ее крупных притоках (ресурсы объемом 752 400 м³/сут. находятся в непосредственной близости от города Улан-Удэ);
- 316 600 м³/сут. в межгорных бассейнах;
- 54 300 м³/сут. в гидрогеологических массивах.

Имеющиеся ресурсы подземных вод в пересчете на человека в день составляют 1,4 м³. Тем не менее, в некоторых сельских поселениях в Иволгинском и Селенгинском районах отмечался дефицит питьевой воды.

В 2011 г. общий забор ресурсов подземных вод достигал 266 130 м³/сут., а в 2010 г. – 194 380 м³/сут. В целях снабжения питьевой водой использовалась подземная вода в объеме 138 380 м³/сут. (134 220 м³/сут. подземной воды забиралось для снабжения водой города Улан-Удэ), для промышленных целей использовалось 44 370 м³/сут., для сельского хозяйства (включая орошение) 7 200 м³/сут. Около 27 490 м³/сут. подземной воды выкачивалось из шахт. Оставшийся объем подземных вод использовался для других целей.

Забайкальский участок Байкальского бассейна

Эксплуатационные ресурсы подземных вод в забайкальской части Байкальского бассейна оценивались в объеме 1 121 000 м³/сут. Оцениваемые эксплуатационные ресурсы подземных вод на двух участках в Петровск-Забайкальском и Хилокском районах, расположенных в Селенгинско-Даурском гидрогеологическом бассейне, составляют 35 400 м³/сут. В Петровск-Забайкальском районе забор подземной воды производится из водоносных пород нижнемелового периода (17 900 м³/сут.) и трещинной зоны интрузивных формаций (9 500 м³/сут.). В Хилокском районе забор подземной воды производится из водоносных пород нижнемелового периода в объеме 6240 м³/сут. и в объеме 1 760 м³/сут. из водоносных флювиальных отложений в речной долине.

Подсчитано, что в 2011 г. общий объем пригодных к использованию ресурсов подземных вод на российской территории бассейна озера Байкал составлял около 5 941 000 м³/сут. Ресурсы

подземных вод, пригодных к эксплуатации, составляют 1 438 700 м³/сут. Их большая часть встречается в неглубоких водоносных горизонтах, тогда как подземные воды объемом 33 640 м³/сут. содержатся в глубоких водоносных горизонтах.

Вся российская территория Байкальского бассейна снабжается подземной водой, исключая Селенгинский и Иволгинский районы Республики Бурятия, где зарегистрирована нехватка подземных вод для снабжения местного населения питьевой водой.

Гидродинамические и гидрохимические характеристики глубоких водоносных горизонтов на российской территории бассейна и объем ресурсов подземных вод, используемых в настоящее время для различных целей, представлены в Таблицах 1.3 и 1.4.

Водоносные породы	Песчаники, пески и уголь	Конгломерат, пески, суглинки, супесь	Трещиноватые песчаники, конгломераты, уголь и углистые сланцы	Трещиноватые конгломераты, песчаники и острые песчаники	Трещиноватые метаморфические и литифицированные осадочные породы	Зоны разломов в осадочных, магматических и метаморфических породах
Возраст водоносных пород	Неоген	Палеоген-неоген	Нижний мел	Юра	Верхний протерозой – нижний и средний кембрий	Мезозойская и кайнозойская тектоническая активизация
Тип водоносного горизонта	Неограниченный - ограниченный	Ограниченный	Ограниченный	Ограниченный	Ограниченный	
Коэффициент фильтрации, м/сут	0.25	0.01-5.4	0.06-0.3 до 120.0	менее 0.02 до 2	0.07-1.0	0.01-1.8
Водопроницаемость, м ² /сут	26.0-52.0	0.4-39.0	1.3-11.0	От 0.26-50 до 250	2.5-400 даже 2 000	от 0.0 до 50-1500
Пористость	0.1-0.49	0.1-0.7	0.06-0.1	0.17-0.3	0.03-0.05	0.01-0.15
Удельный дебит, л/с/м	0.2-0.4 до 4.0	0.003 до 0.1-0.3	0.01-0.2 до 3.0-8.8	0.002-0.4 до 1.0-2.4	0.03 до 2.0-3.0 даже 26.8	0.13
Химический тип подземной воды	HCO ₃ – Ca, Mg, Na; HCO ₃ , Cl–K; Cl– K, CaCa, Na;	HCO ₃ – Ca, Na, K; SO ₄ , HCO ₃ -Ca;	HCO ₃ – Ca, Na	HCO ₃ – Na	HCO ₃ , HCO ₃ -SO ₄ – Ca, Na, Mg	HCO ₃ , HCO ₃ -SO ₄ – Ca, Rn, Fe, F, NH ₄
Минерализация воды (TDS), г/л	0.2-0.4 до 2.0-3.0	0.5-3.5	0.2-3.5	0.4	0.1-0.2 до 0.8	0.1-0.2 до 0.6

Таблица 1.3. Гидродинамические и гидрохимические характеристики глубоких водоносных горизонтов на российской территории бассейна озера Байкал (Гидрогеология СССР, Т. XIX 1968, Т. XXII 1970)

Использование подземной воды по отраслям	Тысяч м ³ /сут.
Общий объем водоотбора	311,43
Хозяйственно-питьевое водоснабжение	181,21
Промышленное водоснабжение	44,37
Объем водоотлива на горно-добывающих предприятиях	29,95
Водоснабжение сельского хозяйства	7,20
Другие цели	48,7
Потери (сброс подземных вод без использования)	60,09

Таблица 1.4. Объем ресурсов подземных вод, используемых в настоящее время различными отраслями (Государственный доклад, 2012)

2. Неглубокие аллювиальные водоносные горизонты и их взаимодействие с поверхностными водами

На монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал в неглубоких водоносных горизонтах имеются значительные ресурсы подземных вод. Их взаимодействие с поверхностными водами рек отмечено на пойменных участках и на низких речных террасах. Гидравлические градиенты между подземными и поверхностными водами контролируют возможность береговой фильтрации поверхностных вод в прилегающие водоносные горизонты и наоборот. Тем не менее, не хватает или не имеется данных для оценки:

1. Взаимодействия между подземными и поверхностными водами;
2. Объема инфильтрации поверхностных вод в неглубокие водоносные горизонты;
3. Объема подземных вод, дренируемых поверхностными водотоками, в частности, в сезоны засухи;
4. Трансграничный переток подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах во флювиальных отложениях в монгольских и российских трансграничных районах.

Взаимодействие между подземными и поверхностными водами, описанное в настоящей главе, концентрируется на участках, где в потенциале могут встречаться значительные и экономически доступные ресурсы подземных вод. Такие участки с продуктивными неглубокими водоносными горизонтами известны в местах слияния крупных рек, в долинах рек и в монгольско-российских трансграничных районах, где присутствуют мощные и проницаемые флювиальные отложения. Вместе с тем, было выявлено, что гидрогеологические знания о таких неглубоких водоносных горизонтах, в большинстве своем, ограничены, а данные о мощности, уязвимости, проницаемости и гидравлических свойствах неглубоких водоносных горизонтов, а также данные о регулярном измерении уровня подземных вод, химическом составе и качестве подземных вод, недостаточны. Неглубокие водоносные горизонты уязвимы от антропогенного и природного воздействия. Поэтому, необходимо разработать и тщательно контролировать соблюдение экологически безопасной политики охраны подземных вод, в особенности в части, касающейся возможного воздействия горнодобывающих и промышленных источников загрязнения на качество подземных вод.

Неглубокие водоносные горизонты, сформированные в районах слияния и в долинах крупных рек, содержат значительные ресурсы подземных вод. Гидрогеологическое изучение неглубоких водоносных горизонтов, регулярный количественный и качественный мониторинг за их состоянием, а также оценка ресурсов подземных вод и их неистощительное использование, существенно помогут социально-экономическому развитию стран.

2.1 Взаимодействие подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах с поверхностными водами на монгольской территории бассейна озера Байкал

Неглубокие водоносные горизонты во флювиальных отложениях, состоящих в основном из пористых песков и гравия четвертичного периода, содержат значительные, легкодоступные ресурсы подземных вод, отличающиеся по большей части хорошим качеством. На монгольской территории Байкальского бассейна эти ресурсы находят широкое применение как для снабжения питьевой водой, так и для промышленных и сельскохозяйственных целей. Неглубокие водоносные горизонты занимают обширные участки в поймах рек Эгийн, Туул, Орхон, Селенга, Дэлгэр-Мурэн, Идэр, Хануй, Чулуут, Хараа и Эро. Крупнейшие монгольские города – Улан-Батор,

Эрдэнэт, Дархан, Мурэн, Сухэ-Батор, Цэцэрлэг и Зуунэхараа используют подземные воды из неглубоких водоносных горизонтов для снабжения питьевой водой. Однако, изучение подземных вод и мониторинг, специально направленные на исследование неглубоких водоносных горизонтов в трансграничных районах, и оценка ресурсов подземных вод в высокопроизводительных неглубоких водоносных горизонтах в районах слияния крупных рек, пока еще не проводились.

Район слияния рек Дэлгэр-Мурэн, Идэр и Чулуут

Интрузивные и вулканические породы предпермского возраста локально перекрываются флювиальными отложениями четвертичного периода (Рисунок 2.1). Флювиальные отложения района слияния рек Дэлгэр-Мурэн, Идэр и Чулуут в основном состоят из проницаемого гравия, песков и песчаных суглинков. Мощность неглубоких водоносных горизонтов в этих отложениях варьируется от 30 до 48 м. Средний коэффициент фильтрации составляет 139,9 м/сут. Дебит скважины варьируется от 7 до 15 л/с с водопонижением 3,56-5,63 м. Общее содержание растворённых веществ достигает 0,3 г/л, а доминирующим химическим типом подземных и поверхностных вод является гидрокарбонат кальция и магния.

Уровень подземных вод в скважине, пробуренной в пойме реки Дэлгэр-Мурэн, находился на отметке 5,0 м ниже уровня поверхности земли. Общее содержание растворённых веществ в подземной воде в неглубоком водоносном горизонте составляло 0,4 г/л, дебит скважины 4,5 л/с с водопонижением 16 м. В пойме реки Идэр уровень подземных вод находился на отметке 9,5 м ниже уровня поверхности земли. В соответствии с «Комплексной моделью управления водными ресурсами бассейна реки Селенга – Обзор состояния и исследование – Фаза I» (2008) сток реки Идэр состоял из 30% подземных вод, 25% снеговых вод и 45% дождевых вод. Сток реки Дэлгэр-Мурэн состоял из 30% подземных вод, 17% снеговых вод и 53% дождевых вод. Подземные воды в неглубоких водоносных горизонтах взаимодействуют с поверхностными водами в районах слияния. Вместе с тем, отсутствуют данные для количественного измерения взаимодействия между подземными и поверхностными водами.

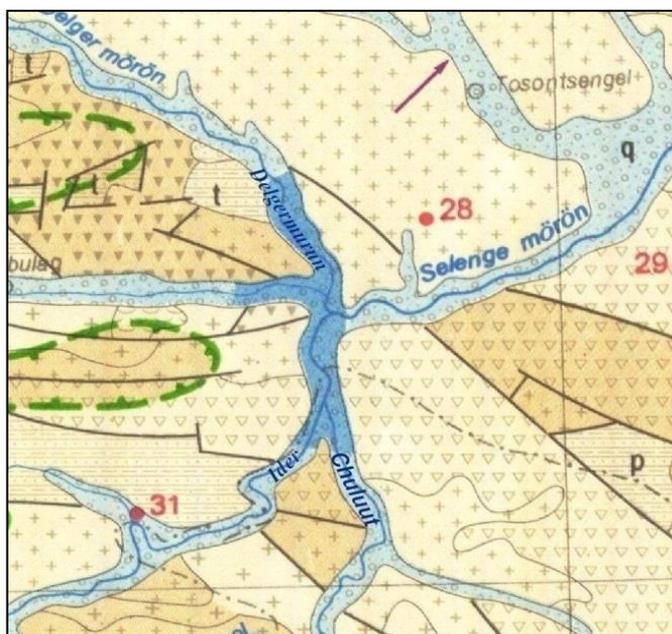


Рисунок 2.1. Район слияния рек Дэлгэр-Мурэн, Идэр и Чулуут (q: флювиальные отложения четвертичного периода, t: осадочные породы триасового периода, p: интрузивы и вулканические породы пермского периода), масштаб 1 000 000 (Н. Джадамбаа, Энххишиг, 1996)

Район слияния рек Селенга и Эгийн

Река Эгийн вытекает из озера Хубсугул, которое является самым глубоким озером в Монголии. Место слияния рек Селенга и Эгийн состоит из флювиальных отложений четвертичного периода, под которыми располагаются осадочные породы мезозойской эры, а также вулканические, метаморфически вулканические и метаморфические осадочные породы предпермского возраста (Рисунок 2.2).

Дебит опытных скважин, пробуренных в пойме реки Селенга для водоснабжения города Эрдэнэт, варьируется от 99 до 144 л/с с водопонижением от 0,7 до 2,7 м соответственно. Мощность водоносного горизонта варьируется в пределах 9–44 м и в среднем составляет 36 м. Уровень подземных вод на пойменном участке находится на отметке 4,0 м ниже уровня земли, общее содержание растворённых веществ в подземных водах составляет 0,3 г/л. В соответствии с «Комплексной моделью управления водными ресурсами бассейна реки Селенга – Обзор состояния и исследование – Фаза I» (2008) сток реки Эгийн состоит из 30% подземной воды, 17% снеговой воды и 53% дождевой воды. Город Эрдэнэт потребляет подземную воду в объеме 97 800 м³/сут. из 23 скважин, пробуренных в неглубоких водоносных горизонтах, состоящих из проницаемых флювиальных отложений. Доминирующим химическим типом подземных вод является гидрокарбонат натрия и магния.

Сеть мониторинга за состоянием подземных вод пока еще не создана, и соответствующие данные о взаимодействии подземных и поверхностных вод отсутствуют. Тем не менее, уровень подземных вод находится близко к уровню поверхности земли, и вероятность взаимодействия между поверхностными водотоками и неглубокими водоносными горизонтами высока.

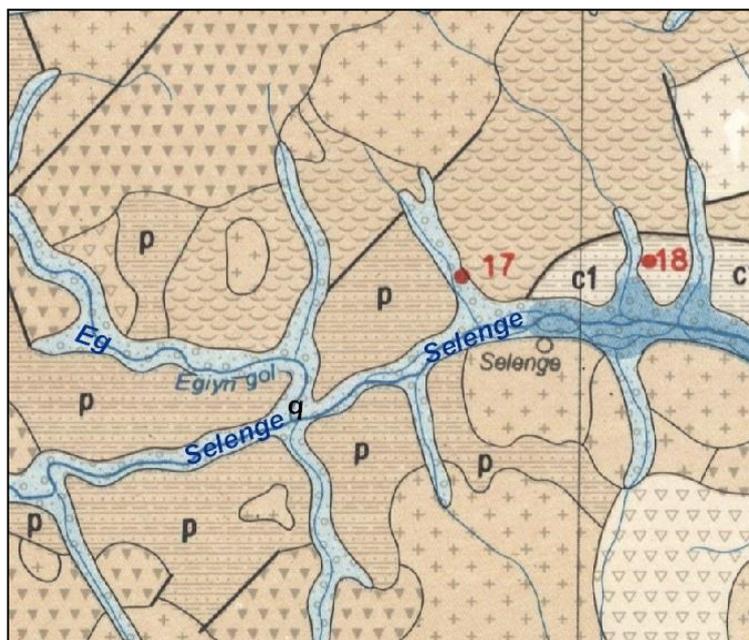


Рисунок 2.2. Район слияния рек Селенга и Эгийн (q: флювиальные отложения четвертичного периода, c1: осадочные породы мелового (мезозойского) возраста, p: метаморфически-вулканические и метаморфические осадочные породы пермского периода), масштаб 1 000 000 (Н. Джадамбаа, Энххишиг, 1996)

Район слияния рек Орхон и Туул

Исток реки Орхон расположен на южном склоне гор Суврага Хайрхан. Истоком реки Туул является река Нергуй, берущая начало в горах Шоруут. Вблизи района слияния рек Орхон и Туул

широко распространены интрузивные, вулканические, метаморфические, метавулканические, метаосадочные и осадочные породы предпермского возраста. Флювиальные отложения голоценовой эпохи встречаются вдоль пойм этих рек. Флювиальные и озерные отложения и карбонатные породы плейстоценового периода также частично распространены в районе слияния (Рисунок 2.3).

Река Орхон является крупнейшим притоком реки Селенга и самой длинной рекой Монголии. Сток реки Орхон в районе города Булган состоит из 39% подземных вод, 11% снеговых вод и 50% дождевых вод. В неглубоком водоносном горизонте в пойме реки Орхон уровень подземных вод находится на отметке 1,3 м ниже уровня поверхности земли. Химическим типом подземных вод и воды в реке Орхон является бикарбонат кальция, а общее содержание растворённых веществ в подземных водах составляет 0,5 г/л. Уровни подземных и поверхностных вод, а также химический состав обоих ресурсов, указывают на взаимодействие между неглубокими водоносными горизонтами и речной водой. Однако регулярный мониторинг уровня подземных вод до настоящего времени не проводился.

Во флювиальных отложениях поймы реки Туул доминируют гравий, пески и глины неравномерной мощности (5-65 м) и состава. В грубозернистых отложениях формируются производительные водоносные горизонты, в которых уровень подземных вод существенно меняется в течение года. Когда скважины водоснабжения не работают, уровень подземных вод в пойме реки Туул, недалеко от Улан-Батора, варьируется на отметке от 2 до 6 м ниже уровня поверхности земли в зимний период и от 0,5 до 5 м в летний период. Уровень подземных воды в неглубоком водоносном горизонте в пойме в районе слияния рек находится на отметке 5,0 м ниже уровня поверхности земли. Общее содержание растворённых веществ составляет 0,3-0,4 г/л. Согласно изотопному и химическому анализу, существует взаимодействие между неглубокими водоносными горизонтами во флювиальных отложениях на пойменных участках и поверхностной водой реки Туул вблизи Улан-Батора. Неглубокие водоносные горизонты сезонно подпитываются из реки Туул (Наранчимэг и др., 2011).

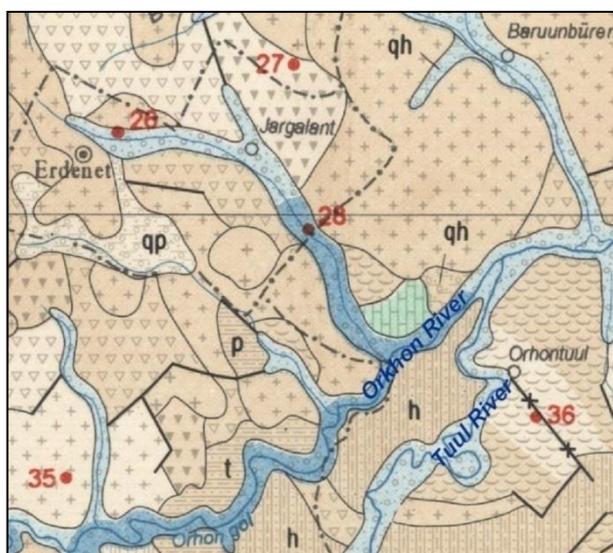


Рисунок 2.3. Район слияния рек Орхон и Туул (qh: флювиальные отложения голоценового периода, qp: озерные отложения и карбонатные породы плейстоценового периода, t: осадочные породы триасового периода, h: метаосадочные породы каменноугольного периода, p: осадочные породы пермского периода), масштаб 1 000 000 (Н. Джадамбаа, Энхишиг, 1996)

Район слияния рек Орхон и Хараа

Исток реки Хараа лежит в горах Хэнтэя. Территория рядом с местом слияния рек Орхон и Хараа состоит из осадочных пород мезозойской эры, карбонатных пород допермского периода и флювиально-озерных отложений плейстоценового периода. Флювиальные отложения голоценового периода широко распространены вдоль пойменных участков обеих рек (Рисунок 2.4). Неглубокие водоносные горизонты во флювиальных отложениях реки Орхон встречаются в речных поймах и на более старых террасах. Исследование подземных вод в непосредственной близости от города Хархорин показало уровень подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах на отметке 2 м ниже уровня поверхности земли. Тестовая откачка из исследовательской скважины показала расход в 6,8 л/с и водопонижение уровня подземных вод 1,8 м.

Согласно «Гидрогеологической карте северо-восточной части Монголии в масштабе 1:500 000» (Колдышева и др., 1991) неглубокие водоносные горизонты во флювиальных отложениях голоценового периода в долине реки Орхон снабжают подземной водой город Хотол из 7 водозаборных скважин. Дебит этих скважин варьируется от 11,9 to 33,4 л/с. В местности «Баржгар Улаан» гидрогеологические исследования определили мощность водоносного горизонта в 50 - 60 м с удельной водоотдачей 0,3 – 6,8 л/с/м, коэффициентом фильтрации 4,0-26,4 м/сут. и водопроницаемостью 123,0-776,4 м²/сут. Ранние исследования показали, что вода в реке Хараа состоит из 43% подземной воды, 15% снеговой воды и 42% дождевой воды. Тип как подземной, так и поверхностной воды – гидрокарбонат кальция с высоким содержанием магния. Это указывает на взаимодействие между подземными водами в неглубоком водоносном горизонте и речной водой. Вместе с тем, пока еще не проводился регулярный мониторинг подземных вод.

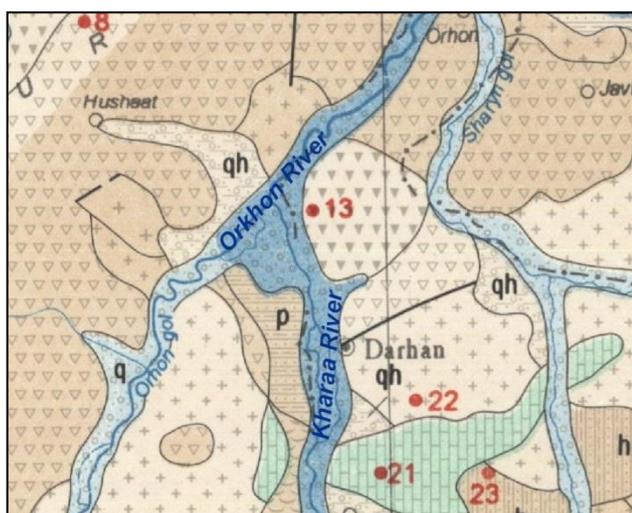


Рисунок 2.4. Район слияния рек Орхон и Хараа (q: флювиальные отложения четвертичного периода, qh: озерные отложения голоценового периода, p: осадочные породы пермского периода, h: метасадочные породы каменноугольного периода), масштаб 1 000 000 (Н. Джадамбаа, Энххишиг, 1996)

Район слияния рек Селенга и Орхон и неглубокий водоносный горизонт реки Селенга вблизи российско-монгольской границы

Высокопроизводительные неглубокие водоносные горизонты мощностью свыше 100 м формируются в пойменных участках реки Селенга вблизи российско-монгольской границы во флювиально-озерных отложениях плейстоценового периода и флювиальных отложениях голоценового периода (Рисунок 2.5). Тестовая откачка показала дебит производственной скважины, пробуренной в этом районе, в размере 38,4-48,2 л/с с водопонижением 2,45-3,73 м

и коэффициентом фильтрации 42,5 м/сут. Уровень подземных вод наблюдался на отметке 1,3 м ниже уровня поверхности земли, а общее содержание растворённых веществ достигало 0,5 г/л (Джадамбаа, 2012).

Уровень подземных вод в скважине № 3, пробуренной вблизи города Сухэ-Батор, наблюдался на отметке 1,3 м ниже уровня поверхности земли. Тестовая откачка показала дебит скважины в 4,5 л/с с водопонижением 1,5 м и общим содержанием растворённых веществ в подземных водах 0,5 г/л. В районе Сухэ-Батора сток реки Селенга состоит из 36% подземной воды, 18% снеговой воды и 46% дождевой воды. До настоящего времени не была создана сеть мониторинга, следящая за состоянием подземных вод. Также отсутствует информация о потенциальном взаимодействии между подземными водами в неглубоких водоносных горизонтах и поверхностными водами в месте слияния обеих рек, а также на территории рядом с российско-монгольской границей.

Гидрогеологические параметры вышеописанных неглубоких водоносных горизонтов во флювиальных отложениях на монгольской территории Байкальского бассейна суммированы в Таблице 2.1.

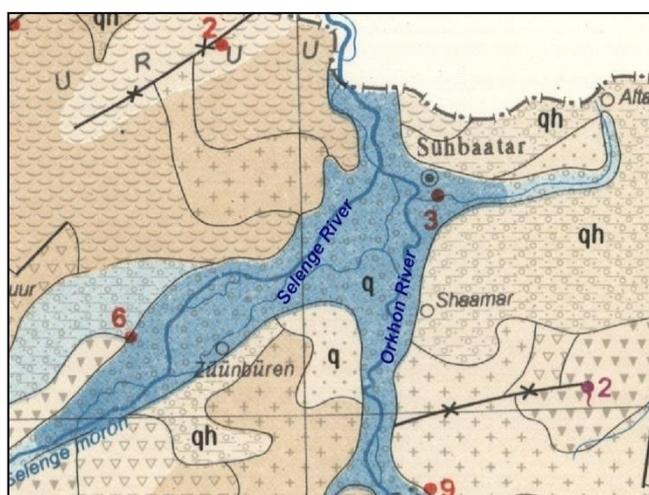


Рисунок 2.5. Район слияния рек Селенга и Орхон (q: флювиальные отложения четвертичного периода, qh: флювиальные отложения голоценового периода, qr: флювиально-озерные отложения плейстоценового периода, масштаб scale 1 000 000 (Н. Джадамбаа, Энххишиг, 1996)

Суб-бассейн (селения, города)	Дебит скважины, л/с	Понижение уровня, м	Мощность водоносного горизонта, м	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водопроницаемость, м ² /сут
Селенга (Эрдэнэт)	40-144	0,7-2,7	9-44	276,2	7319,3
Дэлгэр-Мурэн (Мурэн, Буринхаан)	7-45	3,5-5,6	30-48	139,9	5456,1
Орхон (Сухэ-Батор)	40-83,3	2,4-3,7	50-100	42,5	3187,5
Туул (Улан-Батор)	23,7-48,8 до 105	0,24-3,3	35-48	131	4847
Хараа (Дархан)	17-117,6	1,0-2,97	55,4	87,7	4654,3

Таблица 2.1. Гидрогеологические параметры неглубоких водоносных горизонтов во флювиальных отложениях на монгольской территории бассейна Байкала

Необходимо сконцентрировать будущие гидрогеологические исследования на изучении, мониторинге и оценке ресурсов подземных вод в производительных неглубоких водоносных горизонтах во флювиальных отложениях в местах слияния крупных рек, таких как Тамир и Орхон, Орхон и Селенга, Туул и Орхон, а также в неглубоких водоносных горизонтах в поймах, где встречаются мощные и проницаемые флювиальные отложения.

Некоторые исследования, проводимые в прошлом, выявили взаимодействие между подземными водами в неглубоких водоносных горизонтах и поверхностными водами. Например, рядом с городом Улан-Батор в дождливый сезон поверхностные воды попадают в неглубокие водоносные горизонты, а в сухие, холодные сезоны подземные воды попадают в поверхностные водоотводы. Необходимо исследовать, с использованием мониторинга уровня воды и применением соответствующих моделей, условия для взаимодействия между подземными и поверхностными водами в сухие и влажные сезоны в тех районах, где производится откачка воды.

2.2 Взаимодействие подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах с поверхностными водами на российской территории бассейна озера Байкал

Неглубокие водоносные горизонты во флювиальных отложениях четвертичного периода содержат значительные, легкодоступные ресурсы подземных вод, отличающиеся, в основном, хорошим качеством. Эти ресурсы используются в целях снабжения питьевой водой нескольких городов и сельских районов на российской территории Байкальского бассейна. Так, взаимодействие между подземными водами в неглубоких водоносных горизонтах и водами реки Селенга, привело к созданию системы водоснабжения города Улан-Удэ на основе береговой фильтрации поверхностных вод в прилегающие водоносные горизонты посредством нескольких скважин, расположенных вдоль русла реки. Вместе с тем, во многих районах слияния, где встречаются производительные неглубокие водоносные горизонты, отсутствуют данные для изучения потенциальных связей между подземными и поверхностными водами. Создание сетей мониторинга состояния подземных вод и дополнительные гидрогеологические исследования, дополняют знания о ресурсах подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах и их потенциальной социально-экономической выгоде для местного населения.

Неглубокий водоносный горизонт реки Селенга вблизи российско-монгольской границы

Река Селенга прорезает хребет Бургунтуй на российско-монгольской границе. Долина реки узкая и сама река характеризуется быстрым течением. Флювиальные отложения в долине реки состоят из разнозернистых песков мощностью до 10 м. Под ними расположены трещиноватые и массивные гнейсы. Скважина, пробуренная на пойменном участке на северо-западной границе железнодорожной станции Наушки, достигла супесчаных грунтов мощностью 10 м, за которой следовала раздробленная порода мощностью 20 м, а затем гранит и гнейсы. Дебит скважины в 3,4 л/с соответствует понижению уровня подземных вод в 21 м (Гидрогеология СССР, 1970).

Уровень подземных вод, наблюдаемый в трех скважинах, показывает сезонное их колебание в зависимости от атмосферных осадков и поверхностного стока. Одна из этих скважин была пробурена в пойме, а другие две – на более высокой террасе. Уровень подземных вод зависел от месторасположения скважины и наблюдался на отметках 2,6, 3,5 и 12,1 м ниже уровня поверхности земли. Снижение уровня подземных вод наблюдалось начиная с октября и продолжалось до середины ноября, а в декабре отмечалось небольшое повышение уровня подземных вод, вследствие сезонного замерзания породы. Уровень подземных вод не изменялся с января по апрель. В мае и в последующем влажном сезоне, уровень подземных вод

постоянно повышался. Сезонное колебание подземных вод связано с уровнем воды и соответствующим стоком в реке Селенга. Вместе с тем, вследствие того, что регулярный мониторинг состояния подземных вод не проводится, а соответствующие данные о подземных водах отсутствуют, представляется невозможной оценка взаимодействий между водами реки Селенга и прилегающими неглубокими водоносными горизонтами, а также оценка трансграничного стока подземных вод, пересекающих российско-монгольскую границу, и потенциального трансграничного перемещения загрязняющих веществ.

Район слияния рек Селенга и Чикой

Слияние реки Чикой с Селенгой (рис. 2.6) происходит в районе поселка Новоселенгинск, где прорезается хребет Черная Грива. Речная долина узкая и окаймлена крутыми склонами по обоим берегам. Мощность флювиальных отложений, состоящих из крупнозернистого гравия и песка, достигает 35 м. Под этими отложениями находится трещиноватый сиенит. Дебит скважины в 3,3 л/с соответствует понижению уровня подземных вод в 7 м. Река Чикой берет начало из артезианского бассейна подземных вод с таким же названием. Более глубокие водоносные горизонты встречаются в трещиноватых, ноздреватых конгломератах, песчаниках, алевролитах и угле нижнемелового периода. Уровень подземных вод находится на отметке 13-65 м ниже уровня поверхности земли. В трещиноватых песчаниках и конгломератах, прослоенных углем, формируются высокопроизводительные водоносные горизонты. Дебит ряда скважин достигает 10-15 л/с, а в некоторых случаях до 60 л/с. Неглубокие водоносные горизонты формируются во флювиальных отложениях в долине реки Чикой и ее притоках. Их мощность варьируется от 1,5 до 45 м. Дебит скважины 5-10 л/с соответствует понижению подземных вод в 2-3 м. Геохимический тип подземных вод $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca}$, а общее содержание растворённых веществ составляет 0,2 г/л (Таблица 2.2). Отсутствуют соответствующие данные для оценки взаимодействия между поверхностными и подземными водами.

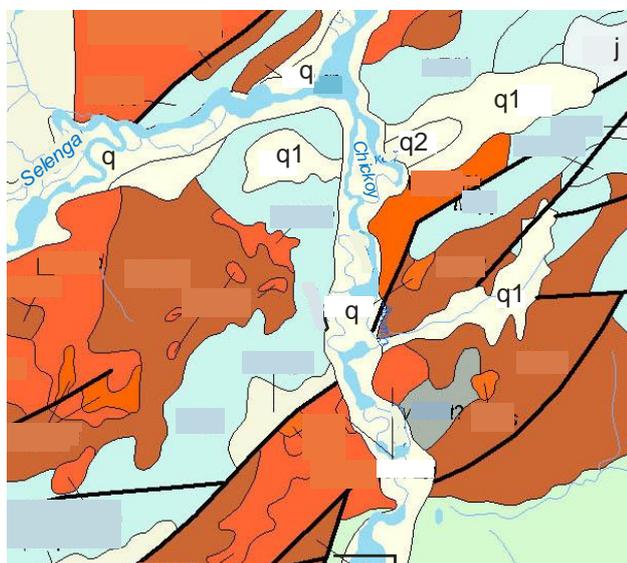


Рисунок 2.6. Район слияния рек Селенга и Чикой,
(q: флювиальные отложения голоценового периода, q1: флювиальные отложения верхне-четвертичного периода, q2: флювиальные отложения средне-четвертичного периода, j: флювиально-озерные отложения нижнемелового периода), масштаб 1: 500 000 (Ялович, 2007)

Слияние рек Селенга и Джиды

Устье реки Джиды находится в границах Боргойской межгорной депрессии мезозойского возраста. Максимальная мощность четвертичных отложений в долине реки Джиды достигает в основном 60-70 м. Уровень подземных вод отмечается на глубине от 0,3-0,5 до 3-5 м ниже

уровня поверхности земли. Объем подземных вод, содержащихся в четвертичных отложениях, зависит от их гранулометрического состава. Наибольший дебит скважины (3-4 л/с) регистрировался в крупнозернистых песках и гравие, где коэффициент фильтрации достигал 127 м/сут. Низкий дебит скважин 0,0004-0,0005 л/с (понижение уровня подземных вод 2-3 м) отмечался в неглубоком водоносном горизонте в песчаных глинах флювиально-пролювиального происхождения, где средний коэффициент фильтрации составлял только 1,85 м/сут.

Отложения гусиноозерской серии (аргиллиты, конгломераты, алевролиты и песчаники) преобладают среди осадочных пород мезозойской эры. Основными водоносными породами являются трещиноватые аргиллиты. Уровень подземных вод в таких отложениях варьируется в пределах 0-7 м ниже уровня поверхности земли в центральной части депрессии и от 30 до 47 м на ее флангах. Производительность водоносного горизонта низка и зависит от степени трещиноватости породы (дебит скважины 0,01-0,1 л/с соответствует понижению уровня подземных вод от 3 до 10 м). Содержание подземных вод в эффузивных формациях мезозойского возраста связано с их экзогенной трещиноватостью, которая отмечается на глубине до 100 м ниже уровня поверхности земли. В более глубокой породной среде трещиноватость пород снижается. Удельный дебит достигает 1-3,5 л/с/м. Система неглубоких водоносных горизонтов в неконсолидированных формациях (преимущественно валунно-галечные отложения мощностью 50-60 м) четвертичного периода являются наиболее производительными, в частности, в верхнем течении реки Джиды, недалеко от города Закаменск. Уровень подземных вод наблюдался на отметках от 5 до 50 м ниже уровня поверхности земли. Дебит скважины составляет 5-6 л/с.

Река Джиды характеризуется резкими изменениями в стоке и уровне подземных вод, достигающими почти 5,60 м. Поэтому, также наблюдаются значительные вариации уровня подземных вод в прилегающих неглубоких водоносных горизонтах. Повышение уровня подземных вод и выход на поверхность земли во время наводнений отмечалось на пойменных участках. Вместе с тем, регулярный мониторинг уровня подземной воды пока еще не проводился.

Слияние рек Селенга и Темник

Устье реки Темник лежит в Гусиноозерской депрессии мезозойской эры. Водоносные горизонты во флювиальных, флювиально-пролювиальных и делювиально-пролювиальных псефитовых отложениях имеют мощность 2,5-8 м. Уровень подземных вод регистрируется на глубине 0,8-2,5 м ниже уровня поверхности земли. Дебит скважин достигает 2,8-3,1 л/с, а связанное понижение уровня подземных вод составляет от 9 до 23 м. Общее содержание растворённых веществ колебался от 0,1 до 0,3 г/л, химический тип воды – $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ (Таблица 2.2).

В устье реки Темник имеются два стока подземных вод. Один сток, связанный с рекой Цаган-Гол, направлен в Гусиное озеро. Другой сток в неглубоком водоносном горизонте в пойме реки Баян-Гол направлен в реку Селенга. Подземные и поверхностные воды, сбрасываемые в приток Цаган-Гол, находятся под влиянием гидрологического режима реки Темник. Отмечается возвратный сток из существующих ирригационных каналов в неглубокие водоносные горизонты, а также сброс подземных вод из неглубоких водоносных горизонтов в реку Баян-Гол. Значительное количество сульфат-иона попадает из угленосных пород в водоносный горизонт и влияет на качество подземных вод. Гидрологический режим Гусиного озера влияет на прилегающие водоносные горизонты, как в количественном, так и в качественном выражении. Вместе с тем, регулярный мониторинг состояния подземных вод не проводится, и данные о взаимодействии между подземными водами и поверхностными водами рек и озера, отсутствуют.

Слияние рек Селенга и Хилок

Мощность флювиальных и флювиально-пролювиальных отложений достигает 50 м. Дебит скважин, расположенных рядом с поверхностными водотоками, достигает 5 л/с, в исключительных случаях 10-15 л/с. Уровень подземных вод регистрируется на отметке от 3 до 5 м ниже уровня поверхности земли. Степень проницаемости делювиально-пролювиальных, озерно-флювиальных и эоловых отложений в основном низка. Пески, песчаные суглинки, дезинтегрированная порода с супесью являются высокопроницаемыми осадочными породами. Дебит скважин обычно не превышает 2-3 л/с, однако понижение уровня подземных вод значительно (несколько десятков метров). Нижележащие водоносные горизонты в отложениях гусиноозерской серии (конгломераты, песчаники, аргиллиты) находятся в ограниченных и неограниченных условиях. Проницаемость скелета породы зависит от пространственного распределения и степени его трещиноватости. Дебит скважин, пробуренных в трещиноватой породе, составляет 0,5 л/с. Однако дебит скважин, расположенных в трещинных зонах, значительно ниже (0,001-0,0001 л/с). В эффузивных формациях мезозойского и неогенового возрастов, трещинные водоносные горизонты встречаются на глубине от 3 до 80 м ниже уровня поверхности земли. Дебит скважины составляет от 0,2 до 3 л/с (понижение уровня подземных вод 10-20 м). Общее содержание растворённых веществ в подземных водах не превышает 0,5 г/л, химический тип воды – $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ (Таблица 2.2). Для изучения взаимодействия между речными водами и неглубокими водоносными горизонтами, нет данных о подземных и поверхностных водах.

Слияние рек Селенга и Уда

Системы водоносных горизонтов в месте слияния рек Селенга и Уда (рис. 2.7) формируются в породах различного происхождения, возраста и проницаемости, а их продуктивность и химические показатели широко варьируются. Гидрологическое взаимодействие между подземными и поверхностными водами осуществляется там, где имеются неглубокие водоносные горизонты в поймах и нижних террасах, сформированных четвертичными отложениями.

Толщина недавних речных отложений реки Уда достигает 20-30 м, а реки Селенга она местами превышает 100 м. Уровень подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах в речных отложениях (гравий, галька речных наносов и пески с прослоями супесей) варьируются от 0,5 до 6 м ниже уровня поверхности земли. Количество подземных вод зависит от проницаемости речных отложений. Дебит скважин, расположенных в песчаных отложениях составляет 0,5-1 л/с, в галечных отложениях 5-10 л/с. Коэффициент фильтрации изменяется от 1-5 до 30-50 м/сут.. Минерализация подземных вод в водоносных горизонтах в недавних речных отложениях не превышает 500 мг/л, и преобладают типы подземных вод $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ и $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$.

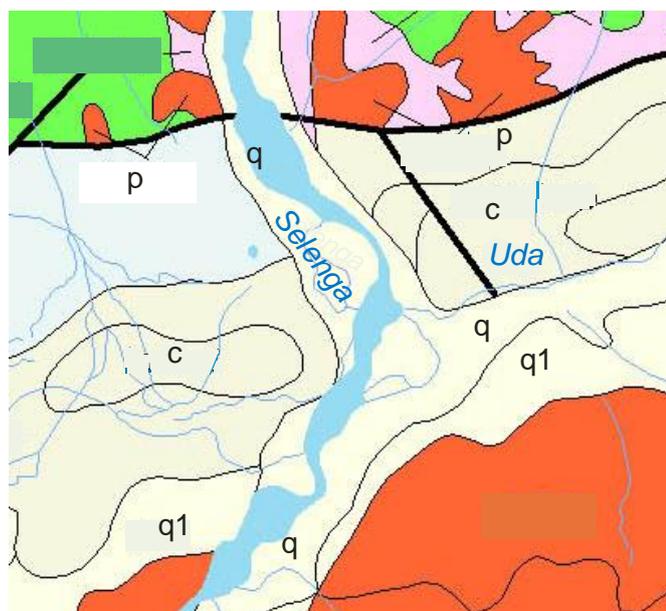


Рисунок 2.7. Район слияния рек Селенга и Уда, (q: речные отложения периода голоцена, q1: речные отложения четвертичного периода, c: речные отложения мелового периода, p: метаморфические-вулканические и метаморфические осадочные породы палеозоя), масштаб 1:200000 (Яловик, 2007)

Водоносные горизонты в отложениях верхнего четвертичного периода и недавние речные отложения распространены в северной части города Улан-Удэ в долинах малых рек, а также на береговых отмелях и делювиальных равнинах. Водоносные горизонты встречаются в песках, песках с содержанием измельченных горных пород, супесей и гальки, а их продуктивность зависит от их гранулярности и свойств фильтрации. Дебит скважин сильно варьируется (от 100 л/с до 2-3 л/с), как и снижение уровня подземных вод (до 10 м). Гидравлическая проводимость не превышает 2-3 м/сут.

Система водоносных горизонтов в озерно-речных, в основном песчаных отложениях, нижнего и среднего четвертичного периода располагается в пойменных террасах, сформировавшихся на левом берегу реки Уда. Толщина водоносных горизонтов колеблется от 30-40 до 90-120 метров. Средний дебит скважин составляет от 2 до 6 л/с, снижение уровня подземных вод достигает 20 м. Коэффициент фильтрации изменяется от десятых долей до нескольких метров в сутки.

Толщина системы водоносных горизонтов в отложениях неогенового - позднего четвертичного периодов, лежащей под описанными выше водоносными слоями составляет 10-65 метров. Дебит скважин доходит до 10-12 л/с, а связанное с ними снижение уровня подземных вод составляет от 5 до 15 метров. Коэффициент фильтрации составляет от 0,2 до 5 м/сут.

Системы водоносных горизонтов также формируются в основных осадочных породах мелового периода (Сотниковский пласт, Гусиноозерские отложения) и в трещиноватых зонах интрузивных и метаморфических пород, распространенных в северных и южных частях города Улан-Удэ в пределах горной системы.

Между подземными и поверхностными водами реки Селенга происходит довольно тесное гидравлическое взаимодействие. Ширина русла реки возле исследуемой территории составляет 300-320 м, глубина до 5 м. Среднемесячный расход воды в реке составляет 77-3,070 м³/с (с минимумом в феврале и максимумом в конце июля в результате летних наводнений). Годовая амплитуда колебания уровня подземных вод составляет от 144 до 249 см. Пополнение запасов подземных вод происходит в период высокого речного стока. Отложения русла реки проницаемы. Эрозионная активность реки и скорость эрозии на правом берегу высоки (около 6 м/год). Тесная взаимосвязь между подземными водами в неглубоких водоносных горизонтах и водами реки Селенга, а также более высокая проницаемость прибрежных отложений, продиктовали решение о создании системы водоснабжения на основе преимуществ фильтрации поверхностных вод через

берега в прилегающие водоносные горизонты. Вдоль правого берега реки на расстоянии 160 м от канала была пробурена серия скважин. Максимальная протяженность зоны влияния речных вод на уровень подземных вод была зарегистрирована в долине реки Иволга (1,4 км). Для определения факторов, влияющих на повышение уровня подземных вод на прибрежной территории реки, а также лучшего понимания и использования преимуществ сезонного сброса речных вод в прилегающие поверхности водоносных слоев и связанных с ними сезонных изменений запасов подземных вод, должны применяться дополнительные исследования и модели.

Дельта реки Селенга

Дельта реки Селенга лежит в пределах Усть-Селенгинской впадины кайнозойского возраста (рис. 2.8). Различные уровни проницаемости подземных отложений, содержащих подземные воды, их значительная толщина и наличие сдвигов в своей совокупности влияют на гидрогеологические условия в районе дельты (рис. 2.9). В Усть-Селенгинском артезианском бассейне (рис. 2.10) можно выделить следующие зоны залегания подземных вод:

- 1) зона активного обмена подземных вод между водоносными горизонтами находится в отложениях четвертичного возраста на глубине до 500 м под землей;
- 2) зона замедленного водообмена с закрытыми водоносными горизонтами в отложениях неогена на глубине до 3000 м от поверхности земли;
- 3) подземные воды в трещиноватых кристаллических породах в комплексе основания бассейна. Некоторые системы водоносных горизонтов являются гидравлически взаимосвязанными за счет стока подземных вод по разломам (трещинная проницаемость).



Рисунок 2.8. Спутниковое изображение дельты реки Селенга

Система водоносных горизонтов в слабопроницаемых озерных и болотных отложениях периода голоцена происходит только во флексурах дельты и топяных флексурах. Мощность зоны подземных вод достигает 3-5 метров. Глубина залегания подземных вод под землей в течение

года сезонно изменяется от 2-0,3 до 1,0-1,6 м. Дебит скважин в супесях достигает 0,08-0,4 л/с (снижение уровня подземных вод 2,3-3,5 м), а в дерне 0,2-0,6 л/с (снижение уровня подземных вод составляет 1,5-2,0 м). Залегание подземных вод в скважинах, расположенных в песчаной среде, увеличивается до 1-2 л/с. Коэффициент фильтрации составляет от 0,01-0,03 до 0,4-0,8 м/сут. в суглинках, 0,4-0,9 до 3,5 м/сут. в супесях и от 0,1 до 4,5 м/сут. в дернах.

Водоносные горизонты в речных отложениях периодов верхнего плейстоцена и голоцена (высокопроницаемые валуны, гравий и пески) вытянуты в пойменных районах и низких террасах рек Селенга и Кабанья. Толщина подземных формаций, содержащих подземные воды, достигает 80-120 м. Уровень подземных вод залегает на уровне 2-3 м в поймах и 8-15 м в низких речных террасах от поверхности земли. Подземные воды находятся под местным давлением в топяной флекуре, которая обнаруживается на глубине 8-12 метров. Пьезометрический уровень подземных вод фиксируется в 1,2-2,5 м от уровня поверхности земли. Описанная выше система водоносных горизонтов очень производительна. Дебит скважин, расположенных в пойменных зонах реки Селенга, достигает 26-40 л/с, снижение уровня подземных вод очень невелико (Домрачев, Моисеева, 1964). Дебит скважин, расположенных в галечно-песчаных отложениях пойменных террас достигает, в основном 2-3 л/с, редко 7-9 л/с. Средние значения коэффициента фильтрации составляют 30-70 м/сут. в галечных отложениях, 8-20 м/сут. в песчано-галечных отложениях и 5-10 м/сут. в песках. Ресурсы подземных вод в системе неглубоко залегающего водоносного горизонта являются важным источником питьевой воды. Однако их использование ограничивается высоким содержанием железа (до 50 мг/л).

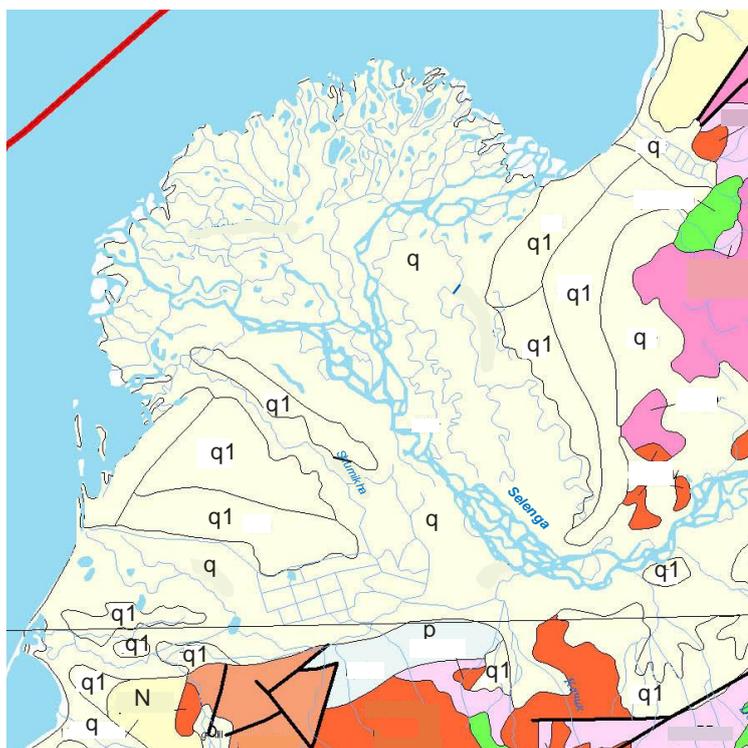


Рисунок 2.9. Дельта реки Селенга (q: речные отложения периода голоцена, q1: речные отложения четвертичного периода, N: речные отложения периода неогена, отложения юрского периода), масштаб 1:500000 (Яловик, 2007).

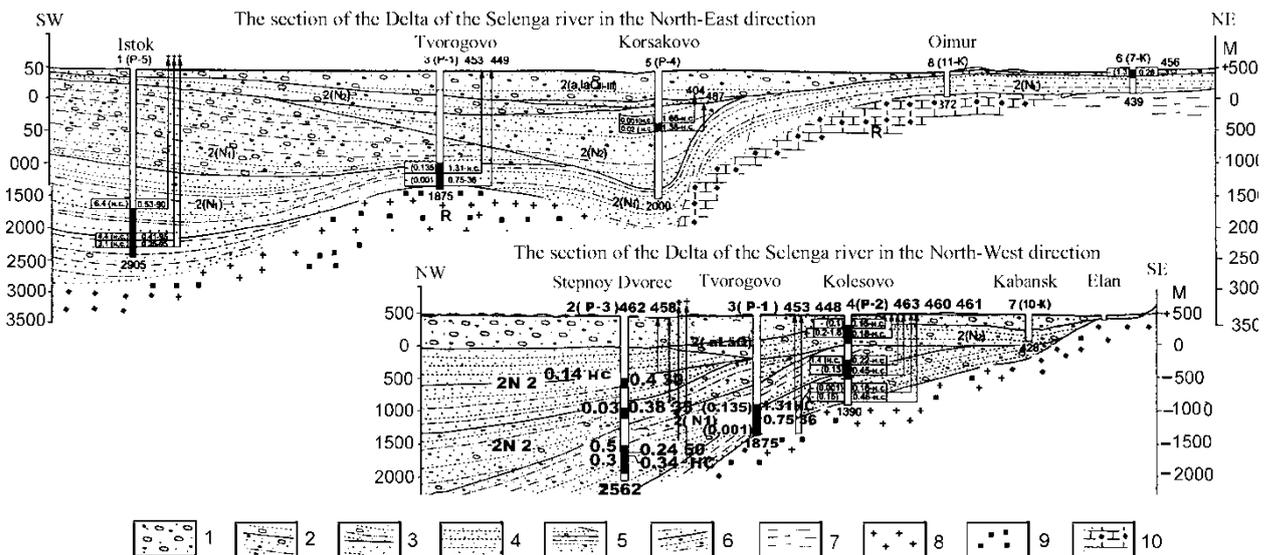


Рисунок 2.10. Гидрогеологические разрезы Усть-Селенгинского артезианского бассейна. 1: гравийно-галечно-песчаные отложения, 2: гравийно-галечные отложения с песком и прослойками глины, 3: переслаивание песка, глины, сланца и алевролитов и песчаников, 4: гнейс, 5: граниты, 6: граниты и гнейс, 7: кварциты. Верхняя часть скважины; значения снизу вверх: глубина (м); затемнение в скважине: проверенный интервал (Тулохонов и Плюснин, 2008)

Система водоносного горизонта в делювиальных и пролювиальных отложениях верхнего плейстоцена приурочена к пологим краям впадин. Отложения состоят из слабо отсортированного материала различного литологического состава: щебня, дресвы, гальки, гравия, песка, супесей и суглинков. Разделение рыхлого материала по сортам становится очевидным по мере продвижения от границ к центру бассейна. Система водоносного горизонта разделена низкопроницаемыми слоями глины и суглинков на несколько локальных, взаимосвязанных друг с другом водоносных горизонтов. Уровень подземных вод обнаруживается на глубине 1,2-8,5 м. Дебит скважин варьируется, составляя: 7,5-10 л/с в галечных отложениях (снижение уровня подземных вод 2,8-5 м), 0,001-0,8 л/с в песках и суглинках (снижение уровня подземных вод 1-24 м). Гидравлическая проводимость отложений составляет 21-93 (галька) и 0,05-1,0 м/сут (пески и суглинки) соответственно.

Система водоносных горизонтов в отложениях неоген-эоплейстоценового периода залегает ниже содержащих подземные воды отложений четвертичного периода (зона 1) на глубине более 3000 м (зона 2). Из-за своих литологических особенностей они имеют различную проницаемость. Глубокие водоносные горизонты ограничены, их пьезометрические уровни находятся на глубине 32,5 м и менее. Напор подземных вод в устьях скважин достигает значений от 5 до 20 атм. Ресурсы подземных вод в системе водоносных горизонтов варьируется. Дебит скважин достигает 1,2 – 6,4 л/с в песчаниках и песчано-гравийных отложениях и 0,1-0,9 л/с в мелкозернистых отложениях. Измерениями в скважинах метан обнаруживался в составе газов в подземных водах. Химический состав подземных вод характеризуется высоким содержанием железа (до 48 мг/л).

В дельте реки Селенга наблюдалось сезонное взаимодействие между поверхностными водами озера Байкал и неглубоко залегающими подземными водами. Байкальская впадина дренирует в озеро Байкал неглубокие подземные воды, текущие из близлежащих районов, а также подземные воды глубоких водоносных горизонтов. В центральной части дельты находятся обширные заболоченные низины. В краевых частях Усть-Селенгинского бассейна встречается многолетняя мерзлота толщиной до 30 м. Гидрогеологические исследования и мониторинг подземных вод необходимы для совершенствования знаний об отношениях подземных и поверхностных вод в дельте реки Селенги и зависящих от подземных вод экосистемах.

Река Баргузин выше места ее впадения в озеро Байкал

Гидрогеологические условия Баргузинской межгорной впадины кайнозойской эры в значительной степени определяются широким присутствием многолетнемерзлых пород. Можно выделить три типа областей вечной мерзлоты: 1) области без многолетнемерзлых пород; 2) участки с приповерхностной мерзлотой и 3) участки с глубокой мерзлотой.

Области без многолетней мерзлоты расположены вдоль северо-западной части и в южной концевой части впадины. Ширина пояса расплавленных пород в предгорье Баргузинского хребта достигает 5-7 км, и расширяется до 8-10 км в долине реки. Талая зона была образована в результате прогревающего воздействия просачивающихся поверхностных вод и интенсивного подземного стока.

Область, где присутствуют приповерхностные многолетнемерзлые породы, обнаруживается в поймах и низких речных террасах. Она занимает центральную часть Баргузинской впадины. Минимальная глубина слоев вечной мерзлоты достигает 6-7 м и расширяется в северо-восточном направлении. В концевой части впадины толщина многолетнемерзлых пород достигает 300 метров.

Система водоносного горизонта в озерных и озерно-болотных отложениях верхнего четвертичного периода и недавнего времени, была обнаружена в долине реки Баргузин и в зоне ее левых притоков. В водоносных отложениях представлены валуны, гальки, пески различной крупности зерен, супеси и суглинки. Грубообломочные отложения преобладают в притоках реки Баргузин. Их толщина колеблется от нескольких метров на сторонах бассейна до 130-150 м в зонах недавней тектонической деятельности в центре впадины. Эти отложения заморожены на большой площади. Сезонно-талые слои образуются выше мерзлоты в теплые месяцы года. Их толщина составляет 0,6-0,8 м. Дебит скважин не превышает 0,4 л/с. «Талики» вечной мерзлоты (талые отложения) распространены только локально. Их толщина достигает 22 метров. Подмерзлотные воды были обнаружены на глубине от 7 до 46 м.

Баргузинская впадина характеризуется перетоком поверхностных вод в подземные воды в предгорных шлейфах. Многие реки, текущие с Баргузинского и Икатского хребтов, последовательно просачиваются в грубообломочные отложения флювбетов. Количество инфильтрирующей речной воды достигает 3-6 м³/с. Зона влияния уровня поверхностных вод на пополнение подземных вод достигает 15 км. Регулярный мониторинг состояния подземных вод необходим для уточнения расчетов, связанных с взаимодействием поверхностных и подземных вод, а также с пригодными к эксплуатации ресурсами подземных вод.

Река Верхняя Ангара выше места ее впадения в озеро Байкал

В устье Верхней Ангары толщина осадочных образований различного происхождения была оценена в значениях от 700 до 2500 м. Толщина флювиально-пролювиальных отложений периода верхнего плейстоцена составляет 25-40 м. Они сформированы из валунов и гравийно-галечных отложений с супесчаными и суглинистыми наполнителями. Толщина аллювиальных песков периода среднего плейстоцена составляет более 26 м. Они перекрыты галькой. Уровень подземных вод начинается на глубине 1 - 4,5 м от уровня поверхности земли, а толщина водоносного горизонта достигает 23,5 метров. Наличие суглинистого наполнителя отражается в более низком залегании подземных вод. Например, дебит скважин составляет от 2,9 до 4,8 л/с и связанное с ним снижение уровня подземных вод составляет от 1,6 до 6,8 м. Гидравлическая проводимость достигает 9,8 м/сут. (табл. 2.2). Диапазон сезонных колебаний уровня подземных вод достигает 3 м. Регулярный мониторинг состояния подземных вод необходим для сбора и оценки данных по взаимодействию между подземными и поверхностными водами.

<i>Характеристики подземных вод. Слияние рек</i>	<i>Мощность водоносного горизонта а, м</i>	<i>Удельный дебит, л/с/м</i>	<i>Коэффициент фильтрации, м/сут.</i>	<i>Коэффициент водопроницаемости м²/сут.</i>	<i>Пористость</i>	<i>Химический тип подземных вод</i>
--	--	------------------------------	---------------------------------------	---	-------------------	-------------------------------------

Неглубокий водоносный слой реки Селенга близ российско-монгольской границы	30	0.16	0.7	20.8		HCO ₃ ,SO ₄ -Ca,Mg,Na
Слияние рек Селенга и Чикой	1.5-45	1.7-5		221-650		HCO ₃ – Ca,Mg
Слияние рек Селенга и Джиды	50-60	0.0002-4.0	1.85-127	0.026-650	0.35-0.72	HCO ₃ – Ca
Слияние рек Селенга и Темник	2.5-8	0.12-0.3	0.1-3.6	15.6-39		HCO ₃ – Ca,Mg
Слияние рек Селенга и Хилок	50	3-5 up to 10-15	7.8-39	390-1950		HCO ₃ – Ca,Na
Слияние рек Селенга и Уда	20 - 100	0.3 - 10	1-5 - 30-50			HCO ₃ – Ca,Na
Дельта Селенги	80-120	2-3 up to 40	5-70			HCO ₃ – Ca,Na
Река Баргузин	130-150					HCO ₃ – Ca,Na
Река Верхняя Ангара	140-200			230		HCO ₃ – Ca,Na

Таблица 2.2. Гидродинамические характеристики и химический состав подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах в российской части бассейна озера Байкал

3. Антропогенные угрозы запасам подземных вод

Твердые и жидкие отходы различного происхождения представляют собой существенные источники загрязнения подземных вод в бассейне озера Байкал. Основными потенциальными источниками загрязнения водных ресурсов в монгольской части бассейна являются предприятия горнодобывающей промышленности и бытовые отходы, а в российской части таковыми являются промышленные и бытовые отходы.

Экологически безопасное управление твердыми отходами и сточными водами от предприятий горнодобывающей промышленности, имеет особо важное значение в бассейне озера Байкал, потому что при добыче и переработке золота, меди, молибдена, угля и других полезных ископаемых часто образуются отходы с высоким содержанием токсичных веществ. Источниками широкого спектра воздействия на качество подземных вод являются неконтролируемые утечки сточных вод с рудопромывочных и обогатительных фабрик, переработка добытого минерального сырья, обогащение угля, неконтролируемые утечки из хвостохранилищ, отвалов, прудов-испарителей и других объектов утилизации отходов. Чрезмерное откачивание шахтных вод тоже может привести к воздействию на качество подземных вод.

Техническое проектирование полигонов, оборудование непроницаемых слоев и дренажных систем в фундаментах полигонов, создание специфических для каждого объекта сетей мониторинга состояния подземных вод вокруг объектов добывающей и перерабатывающей промышленности, а также строительство очистных сооружений для ликвидации утечек жидких отходов и очистки сточных вод, являются существенными защитными мерами по снижению или даже полному устранению воздействия отходов горнодобывающей промышленности на системы подземных вод. В правила, определяющие порядок предоставления разрешений на добычу

минеральных ресурсов и производство горных работ, должно быть включено условие об использовании экологически безопасных технологий добычи и переработки, часто финансово очень затратных, ограничивающих производство и количество отходов и токсичных компонентов, а также регулярный контроль экологической безопасности полигонов утилизации отходов.

Аналогичный подход требует экологически безопасного контроля над промышленными отходами. Проектирование полигонов промышленных отходов и технологии химической обработки должны быть связаны с химическим составом производимых отходов. Объем и концентрация сточных вод должны быть уменьшены насколько это возможно, а также подвергаться регулярному мониторингу.

Лишь немногие свалки бытовых отходов на принадлежащих обеим странам территориях бассейна озера Байкал соответствуют требованиям, предъявляемым к безопасной утилизации промышленных отходов. Экологически разумная политика должна применяться, в частности, в строительстве и размещении новых безопасных полигонов промышленных отходов, описанных выше. До принятия решения об их размещении должны проводиться комплексные гидрогеологические исследования. Основными критериями для размещения и эксплуатации полигона являются наличие непроницаемой геологической среды, глубокий уровень залегания подземных вод, направление потока подземных вод, морфология ландшафта и расстояние от полигона до систем водоснабжения и ближайших населенных пунктов. Сортировка и переработка отходов, а также компостирование органических отходов также представляют собой мероприятия и технологии, используемые для уменьшения производства отходов. Технологии очистки отходов, применяемые в очистке коммунальных и бытовых сточных вод должны включать физические, биологические и химические методы очистки, а мощность очистных сооружений должна соответствовать имеющимся в настоящее время и будущим требованиям по безопасному обращению со сточными водами. Очищенные сточные воды должны активнее использоваться для пополнения водоносных горизонтов, орошения и промышленных целей.

До настоящего времени в бассейне озера Байкал еще не регистрировалось диффузное загрязнение подземных вод нитратами и пестицидами в результате сельскохозяйственной деятельности. Это происходит из-за меньшего количества используемых удобрений и химикатов по сравнению, например, с европейскими странами и США. Тем не менее, для своевременного формирования политики устойчивого управления сельскохозяйственным производством и экологически безопасной охраны запасов подземных вод, необходимы скоординированные усилия сельскохозяйственного и водохозяйственного секторов. Меры по контролю зависят, прежде всего, от шагов, предпринятых в сельскохозяйственном секторе. Главными атрибутами экологически чистого сельскохозяйственного производства являются: поддержание традиционной системы севооборота, контроль над использованием удобрений и пестицидов (например, их тип, применяемое количество и дозы, время применения в зависимости от типа культур); выбор подходящих методов культивации (особенно почвообработки); сохранение качества почвы (например, сохранение органических веществ в почве); и мониторинг качества подземных вод (мониторинг зоны аэрации и вертикального профиля водоносного горизонта для контроля проникновения нитратов и процессов их трансформации). В связи с охраной подземных вод выделяется сохранение динамической устойчивости органического вещества почвы. Баланс азота и углерода имеет большое значение для глубинного понимания физических, химических и биологических процессов, происходящих в зоне ненасыщенных почв и регулирующих количество азота, выщелоченного в насыщенном водоносном горизонте.

В ряде областей бассейна озера Байкал применяется орошение пахотных угодий. Контроль над возвратным стоком необходим потому, что вода для орошения способствует росту засоленности почвы, а выщелоченные соли попадают в залегающие ниже неглубокие водоносные горизонты и ухудшают качество подземных вод.

Существование зон защиты подземных вод вокруг источников питьевой воды и ее запасов приводит к последовательному снижению антропогенной нагрузки. Особым ограничениям и контролю в районах, где существуют защитные зоны, часто подвергается культивация зерновых и

корнеплодов. Объективная оценка производительности крестьянских хозяйств за прошлые годы и распределение затрат и выгод между сельскохозяйственным и водным секторами являются ключевыми факторами в стратегии устойчивого использования почв и водных ресурсов и в создании политики защиты окружающей среды в обоих отраслях.

Истощение запасов подземных вод локально зарегистрировано в монгольской части бассейна озера Байкал. Признание факта воздействия интенсивного забора подземных вод для нужд орошения, дренирования месторождений полезных ископаемых, использования в качестве питьевой воды и других целей, почти всегда основывается на гидравлических явлениях. Тем не менее, небольшие изменения в химическом составе подземных вод, вызванные их откачкой, могут часто наблюдаться прежде, чем они станут очевидными на фоне снижения уровня подземных вод. Поэтому, необходимо введение как количественного, так и качественного мониторинга подземных вод, который был бы направлен на конкретную проблему качества подземных вод, вызванную интенсивной разведкой водоносного горизонта.

Комплексное сотрудничество между сельским хозяйством, горнодобывающей промышленностью, промышленностью и водным сектором должно быть начато в монгольской и российской частях бассейна озера Байкал: на высокопродуктивных пахотных землях в долине реки Хараа и в нижнем течении реки Орхон, а также в других регионах бассейна озера Байкал, где осуществляется интенсивная сельскохозяйственная деятельность; в районах, где ведутся масштабные горные работы и в промышленных центрах. Оно должно быть сосредоточено на контроле и предотвращении техногенных угроз запасам подземных вод и зависящим от подземных вод экосистемам на трансграничном и межгосударственном уровнях.

3.1 Управление утилизацией твердых и жидких отходов в монгольской части территории бассейна озера Байкал

В монгольской части бассейна озера Байкал основными источниками загрязнения подземных вод являются неконтролируемые утечки с полигонов твердых и жидких отходов горнодобывающих предприятий и муниципальных свалок. Особенно много потенциальных точечных источников загрязнения, стихийных свалок и сбросов неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод зарегистрировано в крупных городах, например, Улан-Баторе, Эрдэнэте, Дархане и Сухэ-Баторе. Данные о воздействии добычи полезных ископаемых на качество подземных вод отсутствуют, потому что нет сетей мониторинга для каждого конкретного горнодобывающего участка. Тем не менее, в настоящее время планируется и проектируется ряд мероприятий, направленных на совершенствование управления ликвидацией отходов, очистки сточных вод, строительства безопасных свалок, утилизации твердых и жидких отходов и т.д. Например, реализован японский проект по развитию Генерального плана управления твердыми бытовыми отходами в г. Улан-Батор, финансировавшийся японским Агентством международного сотрудничества.

Управление утилизацией твердых и жидких бытовых отходов

Города и сельские поселения, часто расположенные вдоль или рядом с реками, являются основными источниками образования твердых и жидких отходов в монгольской части территории бассейна озера Байкал. Более половины монгольского населения проживает в городах и образуемые в них отходы отправляются на 490 в основном неконтролируемых свалок отходов (MARCC, 2009).

В Улан-Баторе производится 1500-1800 м³ твердых отходов в день или 650-700 тыс. м³ в год. По данным ВОЗ, ежедневное количество твердых отходов на душу населения в Улан-Баторе составляет 0,334 кг (MARCC, 2009). В Улан-Баторе есть два полигона отходов. Более старый является неконтролируемой свалкой без соответствующих защитных сооружений и дренажных систем. Новый санитарный полигон называется Нарангийн Эндэр. Он был построен на средства гранта, предоставленного Правительством Японии, и начал функционировать в 2008 году. Около 75% произведенных отходов собирается и перевозится на обе свалки муниципальными

предприятиями, 15% отходов находится в ведении частных компаний и 10% отходов складированы на многих незаконных, стихийных свалках отходов в городской черте Улан-Батора. Незаконное складирование отходов стало серьезной экологической проблемой в юрточном районе Улан-Батора, где проживает много аратов. Открытые свалки мусора вызывают деградацию окружающей среды, в том числе загрязнение почвы и подземных вод. Аналогичная ситуация с проблемой утилизации твердых отходов существует и в других городах Монголии.

В Улан-Баторе действуют 2 химических, 4 механических и 7 биологических очистных сооружений. В общей сложности, биологической очистке подвергаются 62,1 % сточных вод, механической – 37,6% и только 0,3 % стоков очищаются химически. Почти все (95%) очищенные сточные воды сбрасываются в реки Тола и Баянгол. Эффективность центральной водоочистной станции в Улан-Баторе составляет всего 60-70% .

Всего на монгольской территории бассейна озера Байкал находится 58 водоочистных станций. В некоторых крупных городах, а также аймачных и сомонных центрах, сооружены централизованные канализационные сети. Механические и биологические системы очистки сточных вод, включающие аэрацию, отстаивание и хлорирование имеются на многих очистных сооружениях , в то время как в небольших системах водоочистки используются простые пруды-отстойники. В монгольской части бассейна озера Байкал ежегодно подвергаются очистке около 91 млн. м³ сточных вод. Сточные воды в городах Дархан, Зуунхараа и Улан-Батор (160 000 м³/сут) не очищаются должным образом и являются значительным источником загрязнения рек Хараа и Тола.

Очистные сооружения города Дархан были запущены в эксплуатацию в 1965 году и реконструированы в 1998 году. Мощность очистных сооружений составляет до 50 000 м³/сут., однако, очистке подвергаются только 18 000 м³/сут. сточных вод. В рамках партнерского проекта ЮНЕП в 2008 году было изучено качество поверхностных вод в бассейне реки Селенга. Содержание хрома (0,26 мкг/л) было зафиксировано недалеко от места сброса очищенных вод из очистных сооружений города Дархан.

В монгольско-российском трансграничном районе очистные сооружения для проведения биологической очистки 450 м³ сточных вод в сутки были построены в сомоне Алтанбулаг Селенгинского аймака в 1970 году. Тем не менее, станция очистки сточных вод в данное время не функционирует, а ее единственная функция заключается в сборе и сбросе неочищенных сточных вод в реку.

Расширение очистных сооружений города Эрдэнэт, в 2009 году было начато при технической и финансовой поддержке Франции. В настоящее время очистные сооружения функционируют и в проекте заявлена очистка до 48 000 м³/сут. сточных вод (изначально очищалось 31 400 м³/сут.). Современные технологии очистки позволили повысить эффективность водоочистки до 98% . В прошлом сточные воды сбрасывались в реку Хангал, в которой загрязнение воды было выше, чем в очищенных сточных водах, поступаемых из очистных сооружений (Балдангомбо, 2012).

О загрязнении подземных вод коммунально-бытовыми жидкими и твердыми отходами нет никаких данных, потому что на сегодняшний день вокруг очистных сооружений не создано сети мониторинга подземных вод.

Управление утилизацией твердых и жидких отходов от предприятий горнодобывающей промышленности

В бассейне реки Селенга в 2006 году было зарегистрировано более 400 золотодобывающих компаний. Ртуть и цианиды – одни из основных загрязняющих веществ, производимых золотодобывающей промышленностью. Почти 200 тысяч тонн ртутисодержащих шламов (рис. 3.1) хранятся на неконтролируемых свалках в бассейне реки Селенга (ТДА бассейна озера Байкал, 2013). Повышенные уровни ртути были также обнаружены в анализах мочи жителей этого района. Сточные воды и ил, производимые в результате золотодобычи на реке Бороо и хранящиеся в емкостях, можно рассматривать как потенциально чрезвычайно опасные токсичные источники загрязнения.

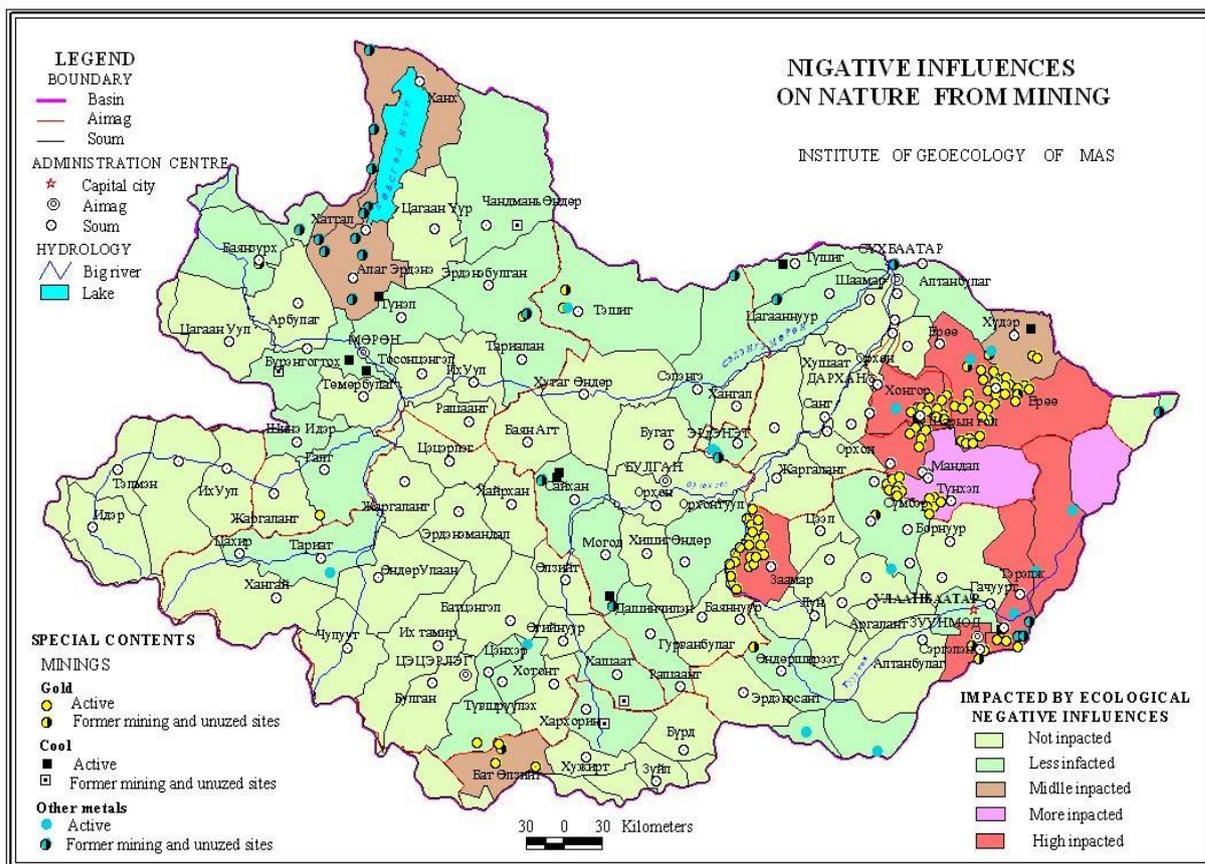


Рис. 3.1. Воздействие предприятий горнодобывающей промышленности на окружающую среду и водные ресурсы в бассейне реки Селенга

Добыча меди и связанные с ней хвостохранилища являются еще одним потенциальным источником загрязнения подземных вод. Горнодобывающие компании, такие как совместный российско-монгольский медно-молибденовый ГОК в Эрдэнэте, были определены в качестве источника загрязнения реки Орхон. Средняя концентрация мышьяка в пробах воды, взятых близ хвостохранилища, составила 2,17 мкг/л. Она варьируется от 0,4 мкг/л до 20,2 мкг/л в сточных водах хвостохранилища (ЮНЕП-НИСД, 2008).

Данные о качестве подземных вод в районах, где ведется добыча полезных ископаемых, незначительны и степень потенциального загрязнения подземных вод недостаточно изучена. Тем не менее, загрязнение неглубоко залегающих водоносных слоев тяжелыми металлами должно рассматриваться в качестве серьезной экологической проблемы в районах, где ведется добыча полезных ископаемых. Для защиты подземных вод от загрязнения, особенно в бассейнах рек, где в процессе добычи золота было отмечено использование ртути или цианида, должен проводиться мониторинг качества подземных вод и приниматься другие меры.

Управление утилизацией твердых и жидких промышленных отходов

Деревообрабатывающие, кашемировые и кожевенные фабрики работают в поймах реки Тола и образуют отходы, содержащие значительные концентрации тяжелых металлов и токсичных веществ. Кожевенные фабрики сосредоточены в крупных городах, таких как Улан-Батор, Дархан, и Эрдэнэт. Например, в Улан-Баторе в 2008 году было зарегистрировано 46 кожевенных заводов (26 функционируют постоянно, а другие работают только в зимнее время). Они используют технологии обработки кожи и шерсти с использованием хрома. Все кожевенные фабрики обязаны осуществлять предварительную обработку своих сточных вод, до передачи их на муниципальные очистные сооружения. Однако, в Улан-Баторе большинство недавно открытых кожевенных заводов не имеет систем предварительной очистки сточных вод. Они также не подключены к городской канализационной сети (Лхасурэн, 2008). В реке Хараа, вниз по течению от города

Дархан, было обнаружено содержание хрома. Пока содержание хрома не превышает ПДК для питьевой воды. До сегодняшнего дня потенциальное воздействие кожевенных заводов на качество поверхностных и подземных вод не изучается на регулярной основе. До сих пор нет современной политики защиты подземных вод, состоящей в регулярном контроле воздействия промышленного загрязнения на водные ресурсы.

Влияние сельскохозяйственной деятельности на качество подземных вод

Бассейн реки Селенга является главным сельскохозяйственным регионом Монголии, сфокусированным на разнообразной сельскохозяйственной деятельности. Тем не менее, размер сельскохозяйственных угодий очень мал, по сравнению с площадью всего речного бассейна. Каких-то специальных исследований, направленных на изучение воздействия азотных удобрений или пестицидов на качество почвы и подземных вод в бассейне реки Селенга, не проводилось. В 2002 году на 1 гектар пашни применялось 4,9 кг удобрений в год, а в 2008 году количество внесенных удобрений увеличилась на 8,2 кг/га в год. Используются, в основном, промышленные удобрения, такие как нитрат аммония, суперфосфат и хлористый калий (Демёзи, 2012). Также применяются различные химические вещества (гербициды, фунгициды и т.д.), несмотря на то, что применение медленно разлагающихся химических веществ запрещено.

Концентрация биогенных веществ в поверхностных и подземных водах в бассейне реки Селенга все еще незначительна. Увеличение концентрации фосфора и нитратов было зарегистрировано в нижнем течении реки Орхон и в бассейне реки Хараа, но оно все еще ниже, чем указано в стандартах для питьевой воды.

В Монголии быстро развивается земледелие. Рост использования удобрений и химикатов для увеличения производства сельскохозяйственных культур будет воздействовать на качество почв и подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах. Диффузное загрязнение подземных вод нитратами, отмечающееся во всем мире, может произойти и в Монголии. В районах, где сельскохозяйственная деятельность зависит от орошения, ирригационный возвратный сток должен находиться под контролем, так как он приводит к загрязнению подземных вод.

Интенсивное использование ресурсов подземных вод и воздействие в результате их истощения

Дефицит подземных вод, как следствие роста населения и загрязнения подземных вод, отмечается в некоторых зонах монгольской части бассейна озера Байкал. Количественные и качественные гидрогеологические исследования и оценка потенциального воздействия добычи полезных ископаемых и промышленности на ресурсы подземных вод на соответствующем уровне до настоящего времени не проводились. Кроме того, в районах с высоким спросом на водные ресурсы, например, в бассейнах рек Тола и Шарийн близ Улан-Батора, уже превышена устойчивая норма эксплуатации местных поверхностных и подземных вод. Создание и функционирование сетей мониторинга для каждого конкретного объекта вокруг систем водоснабжения и других объектов забора подземных вод и оценка данных по подземным водам, будут являться поддержкой политике охраны подземных вод, устойчивого развития и управления ресурсами подземных вод.

3.2 Управление утилизацией твердых и жидких отходов на российской территории бассейна озера Байкал

Техногенные угрозы подземным водам связаны с утечками с неконтролируемых свалок отходов, а также недостаточно очищенными или неочищенными сточными водами. Свалки бытовых и промышленных отходов и сточные воды населенных пунктов, промышленных центров и районов добычи полезных ископаемых, являются основными источниками загрязнения, способными оказывать воздействие на подземные воды и зависимые от них экосистемы на разных уровнях и в различных географических масштабах.

Управление утилизацией твердых и жидких бытовых отходов

В центральной части бассейна озера Байкал (участки на береговой линии Байкала) несколько компаний в Иркутской области (города Слюдянка и Иркутск, остров Ольхон) и в Республике Бурятия (Кабанский, Прибайкальский, Баргузинский и Северобайкальский районы и город Северобайкальск) обладают лицензиями на оказание различных услуг для муниципальных и промышленных секторов. Сюда входят очистка коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, а также сбор и утилизация твердых бытовых отходов.

В Слюдянском районе Иркутской области расположены две санкционированные свалки бытовых отходов. Одна свалка (площадью 4 га) расположена в 300 м от реки Талая и в 5 км от озера Байкал. Вокруг свалки нет сети мониторинга состояния подземных вод. Контроль качества поверхностных вод проводится путем отбора проб воды реки Талая. Другая свалка твердых отходов (площадью 4,6 га) расположена в городе Байкальск в 4 км от города, в 0,4 км от реки Бабха и в 2 км от озера Байкал. Сеть мониторинга подземных вод на конкретных участках была создана для контроля потенциальных утечек загрязнения со свалки. Химические анализы включают 30 компонентов для регулярного контроля качества подземных вод. Наблюдающееся в настоящее время низкое содержание аммонийного азота (0,1-0,25 мг/л) и нитритного азота (0,07-0,15 мг/л), а также других анализируемых компонентов, показывает, что качество подземных вод вокруг свалки бытовых отходов не превышает установленные нормы.

В Республике Бурятия около 50 % от общего объема бытовых и коммунальных отходов города Улан-Удэ вывозятся на санкционированную свалку бытовых отходов. Примерно 75% отходов из оставшихся 50 %, используются повторно. В поселке Селенгинск 50 % отходов используются повторно, и только 3% вывозятся на санкционированную свалку.

Очистные сооружения в Республике Бурятия были построены в 18 городах и 23 сельских населенных пунктах (то есть только в 7 % от общего количества населенных пунктов). Сброс недостаточно очищенных сточных вод в реки в 2005 году составил 48240 тысяч м³.

Повышенное содержание органических веществ, цинка и марганца было обнаружено в воде ручья недалеко от места вблизи реки Селенга, где сбрасываются очищенные сточные воды города Улан-Удэ. Некоторая часть сточных вод очищается на полях фильтрации в населенных пунктах Кабанск, Новая Брянь и Заиграево.

Очистка сточных вод города Улан-Удэ производится специализированной организацией «Водоканал». Мощность городских очистных сооружений составляет до 185000 м³/сут. Схема очистки включает комбинированные механические и биологические способы. Механическая очистка сточных вод имеет среднюю эффективность около 53 %. Биологическая очистка осуществляется в аэротенках с регенераторами, вторичных отстойниках и биореакторах, а ее средняя эффективность составляет 92 %.

Управление утилизацией твердых и жидких отходов предприятий горнодобывающей промышленности

Разработка рудных месторождений несет с собой многочисленные экологические проблемы в российской части водосборного бассейна озера Байкал. Воздействие на окружающую среду зависит от интенсивности добычи полезных ископаемых, типа минералов и близости горных работ к озеру Байкал, поверхностным водотокам и подземным водам.

Наиболее серьезные экологические последствия связаны с переработкой отходов Джидинского вольфрамомолибденового комбината, где хранятся более 40 миллионов тонн отходов. Они содержат 3-4 % окисленных сульфидных минералов и продукты их разложения проникают в поверхностные и подземные воды, а также загрязняют окружающее пространство. В черте города Закаменск, где подземные воды используются в качестве источника муниципального питьевого водоснабжения, в колодцах и неглубоких скважинах были обнаружены кадмий, цинк, медь и железо. Содержание вышеуказанных опасных элементов превышает стандарты для питьевой воды. Химический состав подземных вод изменяется с гидрокарбонатного на сульфатный тип в

зоне экологического воздействия отходов. Кислотная вода с высоким содержанием некоторых токсичных составляющих (кадмий, цинк, медь, фтор) была обнаружена в стоках хвостохранилищ в долине реки Модонкуль.

Интенсивное освоение угольных месторождений происходит на шахтах Тугнуйская, Окино-Ключевская, Дабан-Горхонская и Загустайская. Из глубоких горизонтов на поверхность подается сильно минерализованная вода сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого типа с содержанием фтора до 4,5 мг/л. Объем добытых подземных вод в 2005 году составил 322700 м³/сут.

В водосборном бассейне реки Селенга очень развита золотодобыча. Используемая технология промывки золотосодержащих песков требует значительного объема воды и образует значительное количество отходов. В настоящее время золотодобывающие компании используют многоступенчатую систему очистки воды от взвесей путем осаждения. Многолетний опыт использования такой технологии показал, что очистка приводит как к снижению содержания взвешенных веществ, так и к осаждению из раствора токсичных тяжелых металлов. Такой положительный эффект обработки наблюдается на примере качества воды реки Гуджирка. Площадь ее водосбора подвергается негативному воздействию вскрышных работ на Инкурском вольфрамо-молибденовом месторождении. Дренажные воды, собираемые в прудах-накопителях, очищаются от токсичных тяжелых металлов путем их осаждения.

Управление утилизацией твердых и жидких промышленных отходов

В Прибайкалье эксплуатируются 64 промышленных объекта, сконцентрированных в южной и северной территориях, прилегающих к озеру Байкал. Южно-байкальский индустриальный центр, включающий Слюдянский район и Иркутскую агломерацию, вызывает загрязнение воздуха, воды и почвы. В городе Байкальск основным загрязнителем является Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат (БЦБК) и компании, производящие строительные материалы. В городе Слюдянка источниками загрязнения являются компании, производящие строительные материалы, объекты электроэнергетики и транспортные компании, загрязняющие почву тяжелыми металлами. В селе Култук потенциальными источниками загрязнения подземных вод являются мясокомбинат, транспортные компании и нефтяные месторождения. В поселке Листвянка сбросы сточных вод компаниями жилищно-коммунального хозяйства могут вызвать загрязнение подземных вод соединениями азота, фосфора, железа и другими веществами. Работа гавани на берегу озера Байкал может вызывать загрязнение нефтепродуктами.

БЦБК оказывает значительное воздействие на окружающую среду в южной части озера Байкал. В районе расположения комбината загрязнение подземных вод из неглубокого водоносного горизонта, попадающих в озеро Байкал, составляет 2,5-3,3 г/л общего содержания растворенных веществ (по сравнению с фоновым значением 0,2 г/л). В подземных водах в 2005 году было обнаружено высокое содержание (выше ПДК) формальдегида, фенолов, алюминия и сульфатного мыла. Анализы проб подземных вод, взятых из контрольной скважины № 6а, расположенной недалеко от уреза берега озера Байкал, показали, что минерализация подземных вод достигает 0,9 г/л, содержание сульфата составило до 364 мг/л. По своему химическому составу очищенные сточные воды БЦБК относятся к сульфатно-натриевому типу. Естественная минерализация воды в озере Байкал колеблется в пределах от 86,3 до 102,6 мг/л (в зависимости от расположения, глубины и времени отбора проб).

Отбор проб сточных вод в прошлом показал присутствие несulfатной серы (до 0,21 мг/л), летучего фенола (0,005 мг/л), взвешенных частиц (1,8 мг/л) и ртути (0,001 мг/л). В 1988 году на БЦБК был построен центр переработки осадка, производимого его водоочистной станцией. Качество очищенных сточных вод БЦБК остается относительно стабильным. Зафиксированы тенденция к увеличению содержания минерального фосфора, кремния, аммонийного азота и взвешенных веществ и тенденция к снижению содержания натрия, ХПК, нитратного азота, магния, органического фосфора, синтетических поверхностно-активных веществ, хлора, нефтепродуктов, калия, нитрита азота и гидрокарбоната.

Из-за деятельности БЦБК загрязнению подверглись подземные воды, площадью 32 км². В 2000 году для защиты озера Байкал от воздействия сбросов с БЦБК, были пробурены восемь скважин для анализа состояния подземных вод. Из скважин, расположенных поперек движения факела загрязнения ежедневно откачивалось около 2,0-2,2 м³ подземных вод. Площадь загрязнения подземных вод значительно уменьшилась после пяти лет непрерывной откачки и очистки загрязненных подземных вод. Тем не менее, нельзя исключить случайных сбросов загрязненных подземных вод в озеро Байкал.

Температура подземных вод достигает 14 - 21° С за счет сброса теплой воды. Полынья во льду образуется в районе недалеко от береговой линии озера Байкал из-за сбросов теплой воды с БЦБК. В 2005 году длина полыньи уменьшилась с нескольких сотен до 60-70 метров.

Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат (СЦКК), расположенный в 40 км от озера Байкал, работает с замкнутым циклом сточных вод. Твердые отходы производства хранятся и подвергаются поэтапной очистке на санкционированном полигоне. Однако данные мониторинга показывают, что в отстойниках не происходит полной очистки сточных вод. Сточные воды проникают в подземные воды неглубокого водоносного горизонта и загрязняют их сульфатами, органическими веществами и другими токсичными компонентами, например, цинком и кадмием. Также зафиксированы более высокие концентрации компонентов, специфических для производства целлюлозы, т.е. лигнина, метанола и других.

Загрязнение подземных вод также происходит в промышленной зоне г. Улан-Удэ. Содержание нефтяных углеводородов в подземных водах намного превышает лимиты для питьевой воды в районе базы ГСМ Улан-Удэнского авиационного завода. В двух контрольных скважинах на глубине 5 м и 6 м, расположенных в 10 м и 15 м от зоны хранения ГСМ, содержание нефтепродуктов (керосин) в подземных водах в 2011 году достигало 1450 мг/л. В 2012 году керосин был обнаружен в скважинах в отдельной фазе (слое) на поверхности уровня подземных вод. Другим районом загрязнения подземных вод нефтепродуктами является «Бурят-Терминал», также находящийся в ведении Улан-Удэнского авиационного завода. В 2012 году содержание нефтяных углеводородов в наблюдательных скважинах, расположенных на правом берегу реки Селенги над источником загрязнения, достигало 0.278-1.478 мг/л. Линза нефтепродуктов, а также факел загрязнения подземных вод движутся в направлении реки Селенга и попадают в воды рек Уда и Селенга.

Воздействие выбросов газа на качество подземных вод

Вместе с промышленными выбросами в атмосферу поступают оксиды углерода, серы, азота и углеводороды. Сотни тысяч тонн этих соединений ежегодно выбрасываются на территории Республика Бурятия. Кроме того, территория Республики Бурятия также подвергается воздействию других регионов, расположенных с подветренной стороны (Иркутской области и Красноярского края). Кислотные осадки (рН = 4,06) с высоким содержанием серы (до 62,9 мг/л), хлорида (13,8 мг/л), фтора (1,23 мг/л), азота (14,2 мг/л), аммония (17,6 мг/л) выпадают в некоторых районах Бурятии, в том числе в Усть-Селенгинской впадине. В районах, подвергшихся воздействию загрязненных осадков, почвы, неглубоко залегающие подземные воды содержат повышенные концентрации указанных выше компонентов и некоторых тяжелых металлов, выщелоченных из скал кислотными растворами.

Загрязнение атмосферы происходит не только в России, но и в Монголии (Улан-Батор). Для определения областей, затронутых воздействием кислотных дождей, оценки и прогнозирования их влияния на характеристики почв и объем подземных вод необходимы дальнейшие исследования.

Влияние сельскохозяйственной деятельности на качество подземных вод

Дренажно-оросительная система Кабанского района площадью 5670 га оказывает воздействие на попадающие из болот в озеро Байкал дренажные воды. Сток воды из болот равен 27,6 млн. м³/год. Подземные воды загрязнены азотсодержащими соединениями, образовавшимися в результате разложения торфа при низкой температуре в зоне аэрации. Содержание аммония в

подземных водах достигает 16,5 мг/л, нитритов 3,5 мг/л и нитратов 40 мг/л. В подземных водах, поступающих из болот, было обнаружено содержание марганца, лития, молибдена и меди превышающее рыбохозяйственные нормы ПДК.

Обширное загрязнение подземных вод азотсодержащими соединениями было обнаружено в зонах вокруг ферм крупного рогатого скота. Например, очистка сточных вод происходит только на полях фильтрации Заиграевской птицефабрики, расположенной в бассейне реки Уда. Движение большого факела загрязнения нитратами (700 мг/л) было зарегистрировано в подземных водах неглубокого водоносного горизонта. Подземное диффузное загрязнение нитратами, в результате неконтролируемого применения удобрений на пахотных землях, не отслеживалось.

Интенсивное использование ресурсов подземных вод и эффект их истощения

К настоящему времени истощения ресурсов подземных вод на российской территории бассейна озера Байкал не выявлено.

3.3 Критерии оценки для определения приоритетности угроз загрязнения подземных вод на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал

В настоящей работе были применены Критерии оценки для определения приоритетности для того, чтобы оценить влияние точечных источников загрязнения подземных вод, зависимых экосистем и здоровья человека. До сих пор в бассейне озера Байкал не выявлено диффузного загрязнения подземных вод нитратами или пестицидами в результате сельскохозяйственной деятельности. Тем не менее, намерение увеличить производство сельскохозяйственных культур путем применения большего количества азотных удобрений и пестицидов, строительства новых ирригационных систем, замены традиционного севооборота непрерывным культивированием более прибыльных сельскохозяйственных культур и расширения пахотных земель, увеличивает риск деградации органических веществ в почве и диффузного загрязнения подземных вод в ближайшие 10 лет. Поэтому потенциальное воздействие на качество подземных вод должно тщательно отслеживаться и контролироваться в районах, где в настоящее время ведется или планируется интенсивное сельское хозяйство.

Свалки отходов и сброс сточных вод являются основными источниками точечного загрязнения подземных вод. В Монголии значительными источниками загрязнения подземных вод являются неконтролируемые шахты, несанкционированные свалки бытовых отходов и сброс неочищенных или недостаточно очищенных городских и, особенно, шахтных сточных вод. В России в качестве наиболее значительных источников загрязнения подземных вод определены несанкционированные промышленные свалки, полигоны отходов горнодобывающей промышленности и неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды.

Общая оценка

Общая оценка, полученная путем объединения результатов степени опасности и масштаба, доказала, что недостаточно очищенные или неочищенные сточные воды шахт (в частности, золотодобывающих, медедобывающих и молибдендобывающих шахт), часто содержащие токсичные вещества, могут умеренно или значительно ухудшить (соответственно уровни 2 и 3) качество подземных вод и зависимых экосистем во многих районах бассейна озера Байкал, где ведется добыча полезных ископаемых (сфера 3). Учитывая огромные масштабы добычи золота и других полезных ископаемых на российской и, особенно, монгольской территории бассейна озера Байкал и ожидаемое расширение в ближайшие 10 лет добычи полезных ископаемых и угля в обеих странах, высокий приоритет (общая оценка 5 и 6 в случае содержания токсичных компонентов) был уделен воздействию сточных вод, образовавшихся при добыче руды и угля и переработке руды. Следует отметить, что сброс загрязненных шахтных сточных вод в поверхностные водотоки и водоносные горизонты может серьезно повлиять на качество подземных вод (в России в воде из муниципальных скважинах питьевого водоснабжения г.

Закаменск, использующих подземные воды, были обнаружены кадмий, цинк, медь и железо), а также может рассматриваться как потенциальная причина трансграничного конфликта, связанного с водой, особенно если загрязнение происходит рядом с монгольско-российской границей.

Экологически безопасная работа шахт должна являться обязательным условием выдачи лицензий на разработку полезных ископаемых, предоставляемых государственными и местными (аймачными) органами власти. Меры по контролю и мониторингу должны гарантировать постоянную очистку сточных вод, а также отсутствие токсичных компонентов в сточных водах, сбрасываемых с в поверхностные и подземные воды. Владельцы объектов горнодобывающей промышленности должны брать на себя ответственность за инвестирование в соответствующие современные технологии разработки полезных ископаемых и очистки воды, строительство безопасных полигонов, создание и функционирование сетей мониторинга подземных вод.

Общая оценка 4 ставилась в случае сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты от городских и сельских поселений. Такие воды могут повлиять на качество подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, а также воздействовать на зависимые экосистемы. В ближайшие 10 лет понадобятся значительные инвестиции в строительство очистных сооружений с современными технологиями очистки воды и мощностями, сопоставимыми с текущими и будущими потребностями, подготовку кадров, отвечающих за эксплуатацию очистных сооружений, а также в значительное совершенствование управлением сточными водами для того, чтобы уменьшить воздействие сточных вод, сбрасываемых в водные объекты от городских и сельских поселений на качество подземных вод и окружающей среды.

Опасными источниками точечного загрязнения в бассейне озера Байкал в обеих странах являются городские, шахтные и промышленные объекты утилизации твердых отходов не имеющие соответствующих защитных непроницаемых экранов, схем дренажа и систем мониторинга и, особенно, несанкционированные свалки отходов. Они могут вызывать умеренную (общая оценка 2 - 3) или даже серьезную (общая оценка 3) деградацию подземных вод и зависимых экосистем. Они часто расположены в поймах рек или речных террасах, где уровень подземных вод в мелководных водоносных горизонтах находится близко к поверхности. Утечки со свалок в таких районах влияют на качество подземных вод, потому что из-за малой толщины ненасыщенной зоны загрязнение быстро достигает водоносного горизонта. Во время влажного сезона уровень подземных вод поднимается и отходы, лежащие на дне свалки, даже могут насыщаться. Лишь в редких случаях вокруг объектов размещения отходов имеются сети мониторинга, но в большинстве случаев движение шлейфа загрязнения не контролируется. Существующие свалки должны быть оценены с точки зрения их потенциального воздействия на водные ресурсы. Где возможно, должны быть приняты соответствующие дополнительные защитные меры для того, чтобы продлить срок эксплуатации свалки. Неконтролируемые свалки должны быть закрыты, а токсичные отходы удалены с территории отвалов, если они расположены над производительными и уязвимыми неглубокими водоносными горизонтами, используемыми в качестве источников питьевой воды.

Строительство полигонов с защитными непроницаемыми прокладочными слоями, дренажными системами и сетями мониторинга для каждого конкретного объекта, расположенного на участках, с толстыми и непроницаемыми защитными слоями и экранами, и где уровень подземных вод находится глубоко под землей, требует инвестиций муниципалитетов и предприятий горнодобывающей промышленности в течение следующих десяти лет.

Как правило, воздействие твердых отходов на подземные воды и связанные с ними экосистемы в случае бытовых отходов ограничено (общая оценка 2), а в случае отходов, образующихся при горной добыче, и промышленных отходов, воздействие оценивается как среднее (общая оценка 3). Высокая оценка выставляется в случае образования токсичных отходов (общая оценка 4).

Критерии степени и масштаба опасности также применялись для обозначения общего рейтинга воздействия промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на качество подземных вод (общая оценка 5).

Таблицы 3.1 и 3.2 показывают общий рейтинг на основе оценки рейтинговых критериев для определения приоритетности различных источников загрязнения в отношении их воздействия на качество ресурсов подземных вод.

<i>Проблема</i>	<i>Степень опасности</i>	<i>Масштаб</i>	<i>Общий рейтинг</i>
Твердые бытовые отходы	1: ограниченная	1: ограниченный	2
Промышленные и шахтные твердые отходы	2: средняя	1: ограниченный	3
	3: высокая	1: ограниченный	4
Городские сточные воды	2: средняя	2: средняя	4
Шахтные и промышленные сточные воды	3: высокая	2: средняя	5
Сточные воды с токсичными веществами	3: высокая	3: высокая	6
Промышленные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух	2: средняя	3: высокая	5

Таблица 3.1. Общий рейтинг источников загрязнения подземных вод на российской и монгольской территориях бассейна озера Байкал

SEVERITY	SCOPE			
	4: Very high	3: High	2: Medium	1: Limited
4: Very high	8	7	6	5
3: High	7	6	5	4
2: Medium	6	5	4	3
1: Limited	5	4	3	2

Таблица 3.2. Общий рейтинг источников загрязнения подземных вод (твердые отходы обведены черным, жидкие отходы и выбросы в атмосферный воздух – красным) на российской и монгольской территории бассейна озера Байкал

Степень опасности	Масштаб			
	4: Очень высокий	3: Высокий	2: Средний	1: Ограниченный
4: Очень высокий	8	7	6	5
3: Высокий	7	6	5	4
2: Средний	6	5	4	3
1: Ограниченный	5	4	3	2

4. Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем

Имеется недостаточно данных о зависящих от подземных вод экосистемах на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал. Снижение уровня подземных вод или загрязнение поверхностных водных объектов может оказывать существенное воздействие на зависимые от подземных вод экосистемы. Возможно предположить существование связи между неглубокими водоносными слоями, водно-болотными угодьями и другими экосистемами в нескольких районах бассейна, особенно в дельте реки Селенга и в поймах рек. Исследования и мониторинг состояния подземных и поверхностных вод необходимы для выявления потенциальных, зависящих от подземных вод экосистем, и лучшего понимания процессов, происходящих между подземными водами, водно-болотными угодьями и другими экосистемами в бассейне озера Байкал.

4.1 Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем на монгольской территории бассейна озера Байкал

На монгольской территории Байкальского бассейна существует два водно-болотных угодья, зарегистрированных в Рамсарском списке, однако их потенциальная зависимость от подземных вод до сих пор не изучена.

Озеро Огий. Объект Рамсарской конвенции под номером 955 был внесен в список 6 июля 1998 года. Его площадь составляет 2510 га, координаты 48° 10'00 " с.ш. 099° 43'00 " в.д., высота над уровнем моря составляет 1280 м. Пресноводное озеро, расположенное в долине реки Орхон, включающее широкие аллювиальные площади пастбищ, речных каналов, водных окон и болот, окруженное травянистой степью. Максимальная глубина озера составляет 16 метров, но около 40 % озера имеет глубину менее 3 м. На озере ведется интенсивный рыбный промысел, а на его побережье - выпас скота. Концентрация скота вокруг озера привела к утрате местообитания мигрирующих птиц, гнездящихся вокруг озера. Озеро также является важным местом размножения и перевалочным пунктом для самых разнообразных водоплавающих птиц, особенно уток, гусей и лебедей, очень уязвимых к загрязнению воды.



Рисунок 4.1. Озеро Огий

Озеро Тэрхийн Цагаан. Озеро было объявлено Рамсарским объектом номер 953 6 июля 1998 года. Его площадь составляет 6110 га, координаты 48° 10'00" с.ш. 099° 43'00" в.д., высота над уровнем моря составляет 2060 м. Пресноводное и бедное биогенными веществами озеро, образовавшееся вследствие вулканической деятельности в прошлом, находится в долине реки Суман в центральной части Хангайских гор. Многие годы на озере велся небольшой рыболовный промысел (в основном щука и окунь), но в 1991 году этот промысел был прекращен. Болота в

западной части озера являются важным перевалочным пунктом и местом размножения для перелетных водоплавающих птиц .



Рисунок 4.2. Озеро Тэрхийн Цагаан

4.2 Уязвимость зависящих от подземных вод экосистем на российской территории бассейна озера Байкал

Дельта реки Селенга на российской территории бассейна озера Байкал была внесена в Рамсарский список под номером 682 13 сентября 1994 года. Ее площадь составляет 12,10 га, координаты 52° 17' с.ш. 106° 22' в.д., высота над уровнем моря составляет 456 м – 458 м. Объект включает в себя мелководье озера Байкал, малые водотоки и старицы. Растительность состоит из тростниковых зарослей, регулярно затопляемых осоковых лугов и зарослей ивового кустарника. Объект является примером уникального типа водно-болотных угодий и местообитанием многочисленных находящихся под угрозой и эндемичных видов флоры и фауны. Антропогенная деятельность включают заготовку сена, выпас скота, коммерческое и спортивное рыболовство, ловлю ондатры, охоту на водоплавающую птицу и отдых. Регулирование речного стока привело к изменениям в гидрологическом режиме, а повышение уровня озера Байкал, является серьезной угрозой для экосистем дельты реки Селенга.

Зависимость водно-болотных угодий от подземных вод в дельте реки Селенга не изучена. Тем не менее, можно ожидать, что снижение уровня подземных вод в результате интенсивной откачки или их загрязнение, будут иметь негативные последствия для водно-болотных угодий и связанных с ними экосистем. Поэтому для эффективной охраны водно-болотных угодий и экосистем в дельте реки Селенга необходимы соответствующие гидрогеологические и экологические исследования.

На российской территории бассейна озера Байкал для предотвращения эрозии в степных ландшафтах многих областей, где ранее велось интенсивное сельское хозяйство, были высажены лесопосадки. В качестве основного посадочного материала были использованы семена тополя.

Во многих местах, в связи с изменением климата, значительно понизился уровень подземных вод, в частности, в связи с долгосрочным (более 15 лет) непрерывным сухим периодом и изменениями в характере атмосферных осадков (ливневые дожди). Из-за нехватки влаги экосистемы лесных насаждений постепенно деградировали и в некоторых районах древесная растительность исчезла.

Выкристаллизовывание различных солей, содержащих токсичные элементы (кадмий, медь, цинк, фтор, никель, хром), формируется на поверхности почвы в районах, прилегающих к объектам горнодобывающей промышленности, где испарение подземных вод происходит в неглубоких водоносных горизонтах с близким к земле уровнем подземных вод. В таких районах была отмечена деградация растительности и местных экосистем.

5. Трансграничные водоносные горизонты и наличие данных по подземным водам в бассейне озера Байкал

Трансграничное двустороннее сотрудничество между Российской Федерацией и Монголией на реке Селенга и в бассейне озера Байкал в настоящее время регулируются двумя документами, подписанными Правительствами этих стран: «Соглашением по охране и использованию трансграничных водотоков», подписанном в Улан-Баторе в феврале 1995 года и Договором о режиме российско-монгольской государственной границы (раздел II «Режим использования пограничных вод ...» статьи 10-14) подписанным в сентябре 2006 года в Москве. В целях содействия сотрудничеству в деле охраны реки Селенга в рамках Соглашения создана совместная целевая группа, возглавляемая на уровне министров. Цель состояла в подготовке плана землепользования и его запланированной реализации обеими странами в срок до 2010 года. По состоянию на апрель и май 2008 года было проведено два заседания совместной российско-монгольской рабочей группы.

В частности, в рамках российско-монгольского соглашения по охране и использованию трансграничных водотоков, были обсуждены следующие конкретные трансграничные вопросы: экологически безопасное использование водных ресурсов, предотвращение загрязнения и истощения водных ресурсов, совместный мониторинг качества воды, разработка общих концепций управления водными ресурсами бассейна реки, совместное пользование водными ресурсами и принятие международных стандартов качества речных вод, предотвращение или уменьшение воздействия на трансграничные воды на национальных территориях, сохранение местообитаний рыб и условия для их естественной миграции и защита экосистем.

Была создана совместная рабочая группа и в ходе совещания в 2006 году обсуждалось совместное планирование и управление бассейном трансграничной реки Селенга. В 2008 году был составлен перечень загрязняющих веществ, мониторинг которых должен проводиться обеими странами. Обе страны проводят гидрометеорологический мониторинг однако, соответствующие протоколы данных между двумя странами еще не унифицированы. В 2011 году в рамках «Соглашения по охране и использованию трансграничных водотоков» был подписан Протокол о двустороннем сотрудничестве. Протокол ориентирован на:

- 1) регулярный обмен информацией;
- 2) сотрудничество в реализации соглашения и гармонизации методов мониторинга между обеими странами;
- 3) составление списка загрязняющих веществ под контролем и стандартов качества воды.

Федеральному агентству по защите окружающей среды озера Байкал (Байкалприрода), было поручено координировать с Монголией все трансграничные водные проблемы и, в частности, водораздел реки Селенга.

Мероприятия в рамках российско-монгольского трансграничного соглашения описаны более подробно в разделе 5.2.2 ТДА бассейна озера Байкал. Тем не менее, двусторонние инициативы и сотрудничество между Россией и Монголией были сосредоточены в основном на бассейне реки Селенга, а не на всем бассейне озера Байкал. Следует также отметить, что трансграничный мониторинг водных объектов был реализован только в случае поверхностных вод, а регулярный трансграничный мониторинг подземных вод еще не проводится.

Трансграничные сети мониторинга поверхностных и подземных вод имеют большое значение для совместного сбора данных, оценки и обмена информацией между пограничными странами и для рационального управления и осуществления эффективной политики охраны трансграничных водоносных горизонтов. Как Конвенция ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992 г.), так и Правила ЕЭК ООН по мониторингу и оценке трансграничных подземных вод (2000 г.) одобрили гармонизацию правил и стандартизацию методов создания и функционирования трансграничных сетей мониторинга

качества воды. Тем не менее, до настоящего времени не существует никаких данных о качестве и количестве подземных вод, протекающих в неглубоких водоносных горизонтах через монгольско-российскую границу.

Отсутствие сетей мониторинга подземных вод в трансграничном масштабе и масштабе бассейна озера Байкал и существование лишь нескольких специфических для каждого объекта сетей мониторинга, привело к дефициту данных о подземных водах, являющемуся главным препятствием для оценки и рационального управления ресурсами подземных вод в российско-монгольских трансграничных водоносных горизонтах.

Для выполнения российско-монгольского «Соглашения об охране и использовании трансграничных вод» отмечена необходимость создания трансграничных сетей мониторинга подземных вод, а также реализации стандартной методологии для наблюдения подземных вод, частоты отбора проб, управления данными мониторинга и оценки их в общей базе данных ГИС, взаимной доступности и обмена данными по подземным водам между Россией и Монголией. Трансграничный мониторинг подземных вод является одной из ключевых рекомендаций, сделанных ЮНЕСКО, и должен рассматриваться в качестве приоритетного мероприятия в процессе создания ТДА/СПД.

5.1 Трансграничные водоносные горизонты на монгольско-российской границе

На российско-монгольской границе были выявлены три области, где происходит сток трансграничных подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах: пойма реки Селенга и смежные области слияния рек Селенга и Орхон, пойма реки Кяхтинка и пойма реки Чикой.

Трансграничный неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Селенга и в смежной области слияния рек Селенга и Орхон

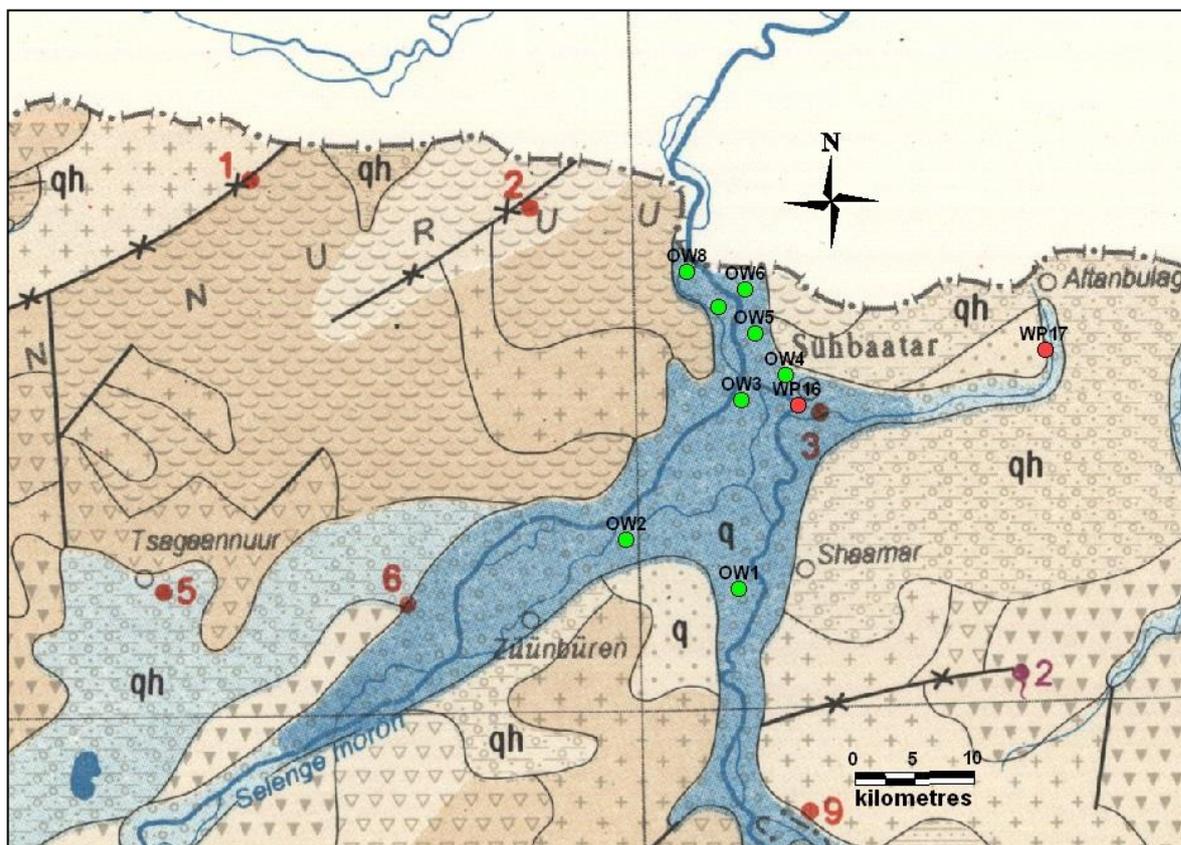
В бассейне реки Селенги была создана трансграничная сеть мониторинга поверхностных вод, регулярно осуществляющая наблюдения за стоком и качеством поверхностных вод с территории Монголии на территорию Российской Федерации. Однако соответствующие данные для подземных вод не доступны. Реализация трансграничного комплексного управления поверхностными и подземными водами требует создания и функционирования сети мониторинга подземных вод для:

- 1) наблюдений и расчета трансграничного подземного стока и качества подземных вод;
- 2) своевременного выявления и контроля потенциального трансграничного переноса загрязнения подземных вод.

На основе гидрогеологических исследований в трансграничном течении реки Селенга были выявлены и картированы неглубокие и глубокие водоносные горизонты. Толщина продуктивного неглубокого трансграничного водоносного горизонта в речных отложениях реки Селенга по данным электроразведки методом сопротивления составляет 100 - 150 м. Неглубокие водоносные горизонты, образовавшиеся в пойме реки Селенга в проницаемых (пески, гравий) и низкопроницаемых (ил и глина) рыхлых отложениях являются умеренно производительными. Более глубокие водоносные горизонты в эффузивных, магматических и метаморфических породах, как правило, имеют более низкую проницаемость и производительность. Движение подземных вод в этих водоносных горизонтах отмечено только в разломных зонах. Более глубокие водоносные горизонты, с длительным временем пребывания, не включены в предлагаемую первую стадию трансграничной сети мониторинга подземных вод.

Бурение и регулярное наблюдение на предлагаемых восьми наблюдательных скважинах, расположенных в трансграничном районе реки Селенга на монгольской территории бассейна озера Байкала предоставят данные, необходимые для оценки трансграничного стока подземных вод и качества подземных вод в неглубоком водоносном горизонте поймы реки Селенга.

Расположение, устройство и глубина колодцев (в среднем 100 м) находятся в соответствии с гидрогеологическим состоянием трансграничного района (рис. 5.1). Расположение мониторинговых скважин должно координироваться с наземными станциями мониторинга качества воды. Автоматические измерения уровня, температуры, значения pH, электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала, солености подземных вод предоставят данные для раннего предупреждения трансграничного загрязнения подземных вод или изменения их качества. Путем специально ориентированных химических анализов (2-4 в год) можно контролировать потенциальное загрязнение трансграничных подземных вод в результате горнодобывающей деятельности на монгольской территории бассейна озера Байкал.



LEGEND

<ul style="list-style-type: none"> q Extensive highly productive aquifer: sand and gravel with intercalated sandy loam q Local, highly productive aquifers or extensive aquifers with low to moderate productivity: sand and gravel with layers of sandy loam and clay q, qh, qp Local, highly productive aquifers or extensive aquifers with low to moderate productivity: sand and gravel, sandy loam q Deep aquifers in rocks with local and limited groundwater resources: Eolian sand and sandy loam q, qh, qp Sand, gravel, sandy loam Deep aquifers in metamorphic rocks Deep aquifers in acid to intermediate intrusives Deep aquifers in acid to intermediate volcanic rocks Deep aquifers in basaltic volcanic rocks Deep aquifers in rocks with essentially no groundwater resources metamorphic rocks Deep aquifers in rocks with essentially no groundwater resources: acid to intermediate intrusives 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Spring (fresh water) and number 49 Well or borehole and number Perennial river Geological or hydrogeological boundary Non-groundwater bearing fault Water bearing fault Center of aimag Center of soum Boundary of country Boundary of aimag Proposed monitoring point Monitoring point of IWRM project
---	---

Легенда к карте:

Регионально выдержанный высокопродуктивный водоносный горизонт: песок и гравий с прослойками супесей

Локальные высокопродуктивные водоносные горизонты или регионально выраженные горизонты малой и средней производительности: песок и гравий с прослойками супесей и глины

Локальные высокопродуктивные водоносные горизонты или протяженные водоносные горизонты: песок и гравий, супесь

Глубокие водоносные горизонты в скальной породе с локальными и ограниченными запасами подземных вод: золотые пески и супесь
Песок, гравий, супесь
Глубокие водоносные горизонты в метаморфических породах
Глубокие водоносные горизонты в интрузивах от кислотных до средних
Глубокие водоносные горизонты в вулканических породах от кислотных до средних
Глубокие водоносные горизонты в основных вулканических породах
Глубокие водоносные горизонты в породах, где практически отсутствуют подземные воды: метаморфические породы
Глубокие безводные породы, где практически отсутствуют подземные воды: интрузивы от кислых до средних

Источник (пресноводный) и его номер
Постоянная река
Колодец или скважина и ее номер
Геологическая или гидрогеологическая граница
Безводный разлом
Водоносный разлом
Аймачный центр
Сомонный центр
Государственная граница
Граница аймака
Предложенный пункт мониторинга
Пункт мониторинга проекта комплексного управления водными ресурсами

Рис. 5.1. Предложенная сеть мониторинга трансграничных подземных вод в неглубоком водоносном горизонте реки Селенга, масштаб 1:000000 (Жадамбаа, Н. Энхшиг, 1996)

Можно рекомендовать обустройство 2-3 мониторинговых скважин в неглубоком водоносном горизонте флювиальных отложений реки Селенга на российской территории близ государственной границы для того, чтобы сделать возможным обоюдный контроль данных по подземным водам, полученных из контрольных скважин по обеим сторонам границы.

Трансграничный неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Кяхтинка

Река Кяхтинка, одна из самых загрязненных рек в Республике Бурятия, течет из России в Монголию. На территории Монголии река Кяхтинка впадает в реку Бурын, приток реки Орхон. Сточные воды города Кяхта в настоящее время подвергаются лишь недостаточной очистке. Они являются основным источником загрязнения реки Кяхтинка. В 2006 году произошел неконтролируемый сброс неочищенных сточных вод, и река была сильно загрязнена. Строительство новых очистных сооружений планируется в 2014 году.

Неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Кяхтинка образован среднезернистыми песками, смешанными с дробленой породой, и имеет толщину 8 м. Глубже выветренные сланцы и гнейсы сильно трещиноваты. Глубинные тектонические структуры (Северо-Монгольский сдвиг, Хилокский сдвиг) влияют на скорость потока подземных вод и формирование более глубоких водоносных горизонтов. Течение подземных вод зависит от степени проницаемости трещин и прожилок в породе. Однако производительность водоносного горизонта, как правило, низка. Пополнение подземных вод также невелико из-за малого количества осадков (200 - 300 мм в год). Дебит скважин составляет порядка десятков л/сек. и уровень минерализации подземных вод доходит до 240 мг/л.

Создание трансграничной сети мониторинга подземных вод необходимо для контроля потенциального переноса загрязнения из города Кяхта на территорию Монголии. Загрязненные речные воды могут сезонно просачиваться в соседний неглубокий водоносный горизонт и ухудшать качество подземных вод. Качество подземных вод и потенциальный перенос загрязнения с территории России в Монголию могут регулярно контролироваться четырьмя

контрольными скважинами, расположенными в неглубоком водоносном горизонте на обоих берегах реки Кяхтинка на российско-монгольской границе. Однако, расположение и конструкция мониторинговых скважин должны основываться на результатах гидрогеологических и геофизических исследований.

Трансграничный неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Чикой

Река Чикой имеет протяженность около 90 км и образует границу между Россией и Монголией. Приграничная область слабо заселена и является преимущественно сельскохозяйственным районом. Гидрогеологические исследования неглубокого водоносного горизонта в пойме реки Чикой необходимы для выявления возможных гидрологических взаимодействий между поверхностными и подземными водами в прилегающем неглубоком водоносном горизонте и принятия решения о дизайне трансграничной сети мониторинга подземных вод.

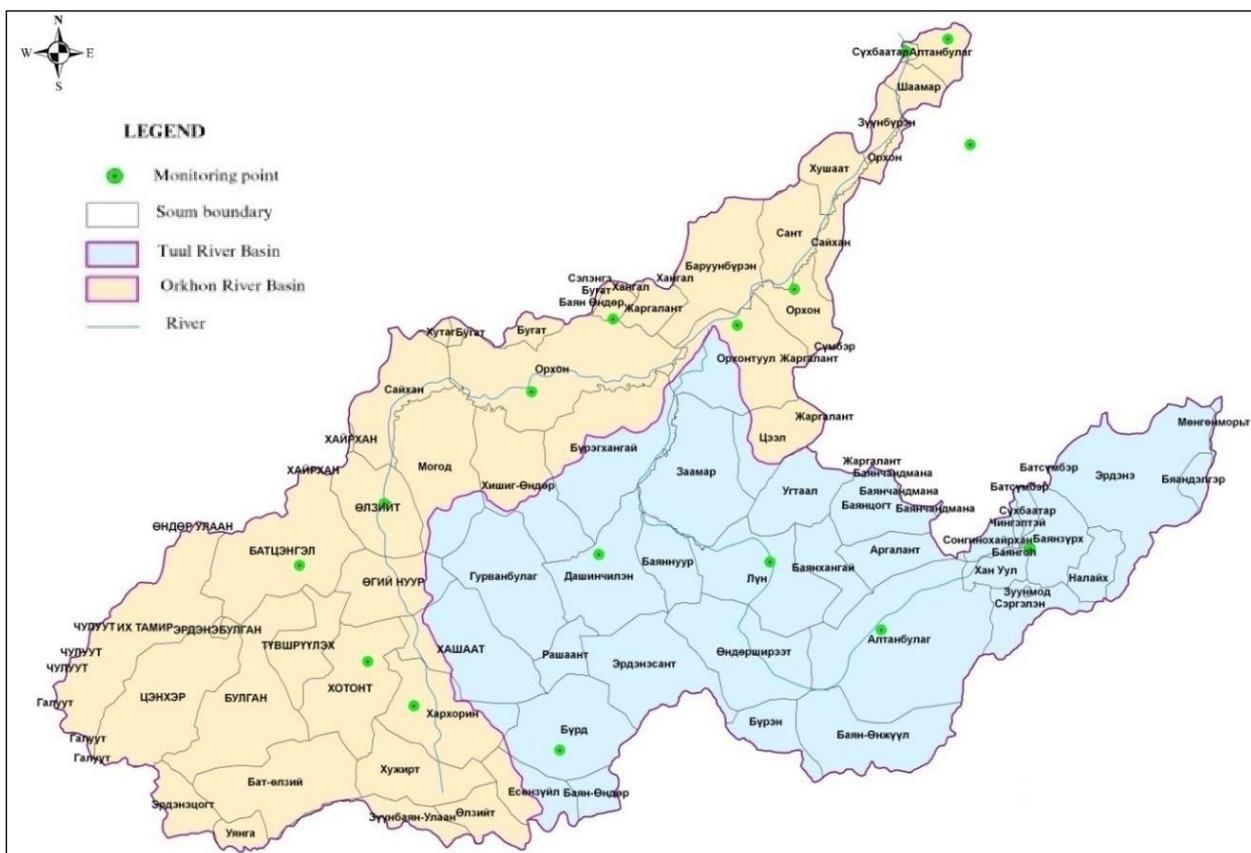
5.2 Современное состояние мониторинга подземных вод на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал

В Монголии на сегодняшний момент нет сетей мониторинга подземных вод в бассейне озера Байкал. По всей территории страны также отмечается дефицит данных по подземным водам. Социально-экономическое развитие Монголии во многом зависит от ресурсов подземных вод. Таким образом, в Монголии требуется создание и функционирование сети мониторинга состояния подземных вод в бассейне озера Байкал для получения данных для устойчивого развития и управления ресурсами подземных вод, проведения экологически безопасной политики охраны и трансграничного управления ресурсами подземных вод.

Первый шаг в развитии сети мониторинга подземных вод было сделано под эгидой монгольско-голландского проекта, направленного на комплексное управление водными ресурсами (КУВР) в Монголии.

В речных бассейнах Толы и Орхона было пробурено и находится под наблюдением 17 мониторинговых скважин, на 16 из них регулярные наблюдения осуществляются в настоящее время (рис. 5.2). Две скважины расположены недалеко от монгольско-российской границы (рис. 5.1) и могут быть включены в сети мониторинга трансграничных подземных вод. Скважины, пробуренные в рамках проекта КУВР, контролируют значительные площади монгольской территории бассейна озера Байкал и могут быть включены в сеть мониторинга подземных вод бассейна озера Байкал, обустройство которой настоятельно рекомендуется. Все контрольные скважины хорошо известны и с 2012 года проводится автоматическое измерение данных по подземным водам.

В России не существует сети мониторинга подземных вод в бассейне озера Байкал. Тем не менее, на федеральном и национальном уровне сети мониторинга подземных вод работают уже в течение нескольких лет, а некоторые мониторинговые скважины расположены в бассейне озера Байкал.



Легенда карты

Пункты мониторинга

Границы сомонов

Бассейн реки Тола

Бассейн реки Орхон

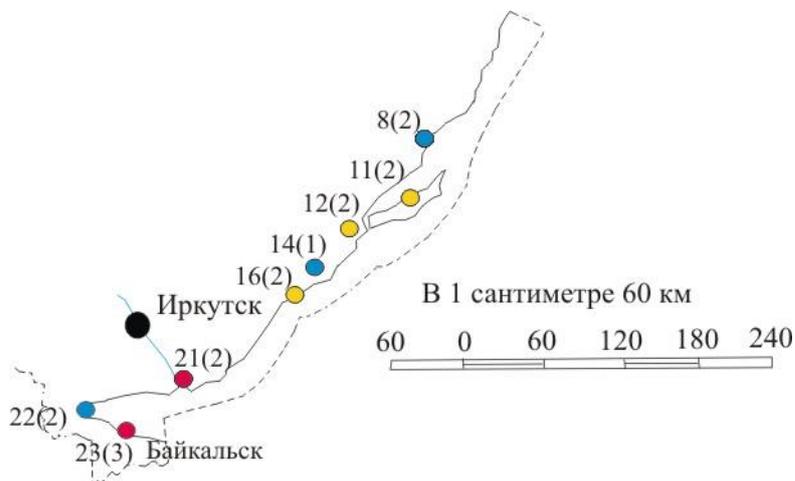
Река

Рисунок 5.2. Расположение скважин мониторинга подземных вод, обустроенных в рамках программы комплексного управления водными ресурсами

Данные мониторинга из этих скважин можно использовать для оценки количества и качества ресурсов подземных вод на российской территории Байкальского бассейна.

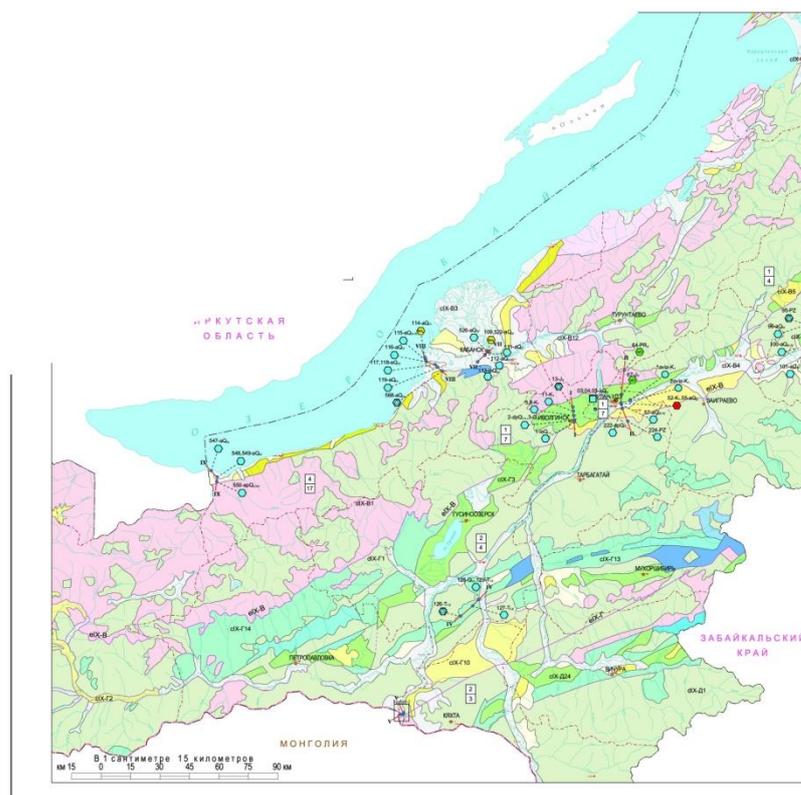
В Иркутской части бассейна озера Байкал Иркутским областным центром мониторинга геологической среды проводится как количественный, так и качественный мониторинг подземных вод по 16 контрольным скважинам, которые являются частью федеральной сети мониторинга (рисунок 5.3). Мониторинговые скважины расположены в 8 пунктах (на каждом из них имеется от 1 до 3 контрольных скважин), в местах, где режим подземных вод подвергается различным антропогенным воздействиям. На трех пунктах мониторинга (Слюдянка, Онгурен и Попово) подземные воды наблюдаются в естественных условиях. Три пункта мониторинга (Харанцы, Бугульдейка и Шара-Тагот) расположены на территориях, где режим подземных вод находится лишь под незначительным воздействием, и на двух участках мониторинга в районах Байкальска и Ангарских Хуторов режим подземных вод в значительной степени затронут антропогенной деятельностью.

Федеральная сеть мониторинга подземных вод в Республике Бурятия (рис. 5.4) в последние годы значительно сократилась. В настоящее время под наблюдением находятся только 35 мониторинговых скважин по сравнению с 400 скважинами в прошлом. Контрольные скважины расположены в 8 региональных профилях в центральных, южных и западных районах Прибайкалья. Все контрольные скважины расположены в бассейне озера Байкал и позволяют вести наблюдение за количеством и качеством подземных вод. Мониторинг подземных вод в Забайкалье ведется на протяжении многих лет на 17 мониторинговых скважинах федеральной сети мониторинга. В последние годы отмечалось непрерывное снижение уровня подземных вод.



- Пункты мониторинга с подземными водами в естественных условиях
 - Пункты, где наблюдается небольшое воздействие на режим подземных вод
 - Пункты, где имеется сильное антропогенное воздействие на режим подземных вод
- 23(3) Количество пунктов мониторинга (номер контрольной скважины в пункте)

Рисунок 5.3. Федеральная сеть мониторинга подземных вод в Иркутской части бассейна озера Байкал (по данным Иркутского областного центра мониторинга геологической среды)



- Контрольные скважины с подземными водами в естественном состоянии
- Скважины со слегка загрязненными подземными водами
- Скважины с очень загрязненными подземными водами

Рисунок 5.4. Федеральная сеть мониторинга подземных вод в Республике Бурятия (по данным Бурятского регионального центра мониторинга геологической среды)

Данные контрольных скважин, входящих в вышеприведенную федеральную сеть мониторинга, расположенную на российской территории бассейна озера Байкал могут быть включены в водную базу данных Байкальского бассейна. Вместе с данными из новых дополнительных контрольных скважин возможно обустройство сети мониторинга состояния подземных вод на российской территории бассейна озера Байкал.

5.3 Мониторинг подземных вод, специфический для конкретного участка

Сети мониторинга состояния подземных вод для конкретного участка служат для конкретных целей. Они располагаются возле:

- 1) точечных источников загрязнения (например, свалок отходов и автозаправочных станций) для контроля образования и движения факела загрязнения;
- 2) пунктов отбора подземных вод для наблюдения за снижением уровня подземных вод и распространением депрессионных конусов;

3) зависимых от подземных вод экосистем для своевременного выявления потенциального воздействия загрязнения или истощения подземных вод. Для специфического для конкретных участков мониторинга характерны значительная плотность и специальная конструкция скважин мониторинга с учетом свойств загрязняющего вещества, многоуровневый отбор проб подземных вод, как в ненасыщенных, так и в насыщенных зонах и высокая частота наблюдений и отборов проб.

В настоящее время сети мониторинга состояния подземных вод на конкретных участках в обеих странах, России и Монголии, созданы лишь около нескольких потенциальных источников загрязнения и объектов водоснабжения. Меры контроля над потенциальными источниками загрязнения и пунктами отбора подземных вод должны быть усилены требованием обязательного мониторинга количества и качества подземных вод. Расходы на мониторинг будут покрываться пользователями подземных вод и потенциальными загрязнителями, на основе принципа «загрязнитель платит». Реальное состояние дел и затраты на восстановление загрязненных водоносных горизонтов предполагают, что мониторинг подземных вод для конкретного участка может рассматриваться в качестве важного подхода с точки зрения сравнения затрат и результатов, служащего целям сохранения хорошего состояния подземных вод в качестве стратегического источника питьевой воды и ценного компонента окружающей среды (Врба, 2008).

Сети мониторинга состояния подземных вод для конкретных участков в Монголии

Сети мониторинга состояния подземных вод для конкретных участков были оборудованы вокруг подземных систем водоснабжения в некоторых крупных городах. Институт геоэкологии Монгольской академии наук контролирует 4 мониторинговые скважины, расположенные вблизи системы водоснабжения Улан-Батора. Монгольский университет науки и технологий (MUST) установил в трех скважинах автоматические устройства для мониторинга уровня, температуры и электропроводности подземных вод для научно-исследовательских целей. Управление водоснабжения и канализации (WSSA), отвечающее за водоснабжение и водоотведение в городе Улан-Батор, обеспечивает регулярные измерения в двух контрольных скважинах, расположенных вблизи скважин водоснабжения. Контролируются уровень, температура, показатель pH и электропроводность подземных вод.

В бассейне реки Хараа, в рамках проекта под названием «МоМо» (модельная область Монголия) при поддержке немецкого Министерства образования и науки были оборудованы 4 контрольных скважины. Уровень и температура подземных вод измеряются в 3 скважинах, расположенных близ водозаборных скважин города Дархан и в одной скважине на территории электростанции города Дархан.

У двух крупных горнодобывающих компаний оборудованы сети мониторинга подземных и поверхностных вод для контроля воздействия горнодобывающей промышленности на водные ресурсы. Медедобывающая шахта в городе Эрдэнэт, с помощью мониторинговых скважин измеряет количество и качество подземных вод. Сеть мониторинга, оборудованная золотодобывающей компанией «Бороо голд», состоит из 5 мониторинговых скважин, с помощью которых регулярно измеряется уровень подземных вод.

Сети мониторинга подземных вод для конкретных участков в России

В Иркутской части бассейна озера Байкал сети мониторинга подземных вод для конкретных участков были оборудованы и работают возле городской свалки в городе Култук, близ системы водоснабжения города Слюдянка и БЦБК. На 40 контрольных скважинах регулярно измеряются уровень подземных вод и содержание отдельных химических компонентов.

В Республике Бурятия сети мониторинга подземных вод для конкретных участков, состоящие из 30 наблюдательных скважин были оборудованы и действуют вокруг промышленных объектов в городах Улан-Удэ (20 скважин) и Гусиноозерск (10 скважин).

В Забайкалье система мониторинга подземных вод, состоящая из 5 скважин, работает на протяжении нескольких лет около системы водоснабжения города Петровск-Забайкальский. Регулярно измеряются уровень подземных вод и некоторые химические компоненты.

Мониторинг подземных вод для контроля их загрязнения осуществляется также на БЦБК и СЦКК.

Меры по созданию сети мониторинга возле пунктов забора подземных вод, контролируются Роспотребнадзором.

6. Воздействие изменения климата на подземные воды

Влияние изменения климата на ресурсы подземных вод в бассейне озера Байкал не оценивается на регулярной основе. Применительно к потенциальному воздействию изменения климата различают два вида водоносных горизонтов.

Глубокие водоносные горизонты с долгим временем пребывания подземных вод и периодом обновления порядка тысяч лет или более в случае ископаемых вод, в прошлом пополнявшихся в различных гидрологических и климатических условиях. В глубоких водоносных горизонтах с возобновляемыми и невозобновляемыми ресурсами подземных вод, воздействия изменения климата (отмечавшегося в течение последних десятилетий) не наблюдалось.

Неглубокие водоносные горизонты с относительно коротким временем пребывания подземных вод порядка от дней до сотен лет. Воздействие изменения температуры и режима осадков на речной сток и прилегающие неглубокие водоносные горизонты отмечалось как на монгольской, так и на российской территории бассейна озера Байкал. Снижение уровня подземных вод и их запасов, было зарегистрировано в нескольких неглубоких водоносных горизонтах. Однако в некоторых районах, где увеличилось количество осадков, можно наблюдать обратную тенденцию в уровне подземных вод.

Особое внимание должно уделяться возникновению и наличию ресурсов подземных вод в районах вечной мерзлоты, где постоянно растёт сезонное оттаивание почвенного слоя.

Создание сетей мониторинга, направленных на регулярное измерение уровня и параметров качества подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах в пойменных районах и водоносных горизонтах в районах вечной мерзлоты, окажет значительную поддержку исследованиям, направленным на влияние изменчивости и изменения климата на пополнение запасов подземных вод и неглубокие и вечномерзлотные водоносные горизонты.

6.1 Воздействие изменения климата на подземные воды на монгольской территории бассейна озера Байкал

Изменения в площади и объеме ледников, температуре воздуха, уровнях осадков и поверхностных вод, а также смещение сроков ледостава и ледохода на реках являются важными показателями изменчивости и изменения климата на монгольской территории бассейна озера Байкал. Что касается подземных вод, неглубокие водоносные горизонты во флювиальных отложениях в поймах рек наиболее уязвимы к изменению климата.

Судя по записям 48 метеорологических станций, распределенных по территории Монголии, среднегодовая температура в Монголии повысилась на 2,1° С в течение последних 70 лет. Изменения в режиме осадков в Монголии происходят на региональном уровне: с 1961 года увеличилось количество осадков в горном Алтае, Алтайской Гоби и в восточной части страны, а во всех остальных регионах страны количество осадков уменьшилось на 0,1-2,0 мм/год (MARCC, 2009).

Замеры уровня подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах указывают на тенденцию к снижению в соотношении с текущими изменениями, происходящими в поверхностном водном

стоке. Например, уровень подземных вод снизился в течение последних 12 лет (1997-2009 гг.) в Мурэне (лесостепная зона) на 0,55 м, в Арвайхээре (степная зона) на 3,0 м, а в Улан-Баторе на 2,0 – 6,0 м (Даваа, 2011). Тем не менее, снижение уровня подземных вод в районе Улан-Батора также зависит от забора подземных вод.

Недавнее исследование подземных вод в пойме реки Тола показывает зависимость питания неглубоких водоносных слоев от осадков. 70 % осадков приходится на летние месяцы (с апреля по август). В этот период регистрируется повышение уровня подземных вод (рис. 6.1). Уровень подземных вод падает в зимний и весенний периоды, когда выпадает малое количество осадков. Вышеописанное соотношение между количеством осадков и колебанием уровня подземных вод было обнаружено в ходе регулярных наблюдений на контрольных скважинах (Наранчимэг и др., 2011).

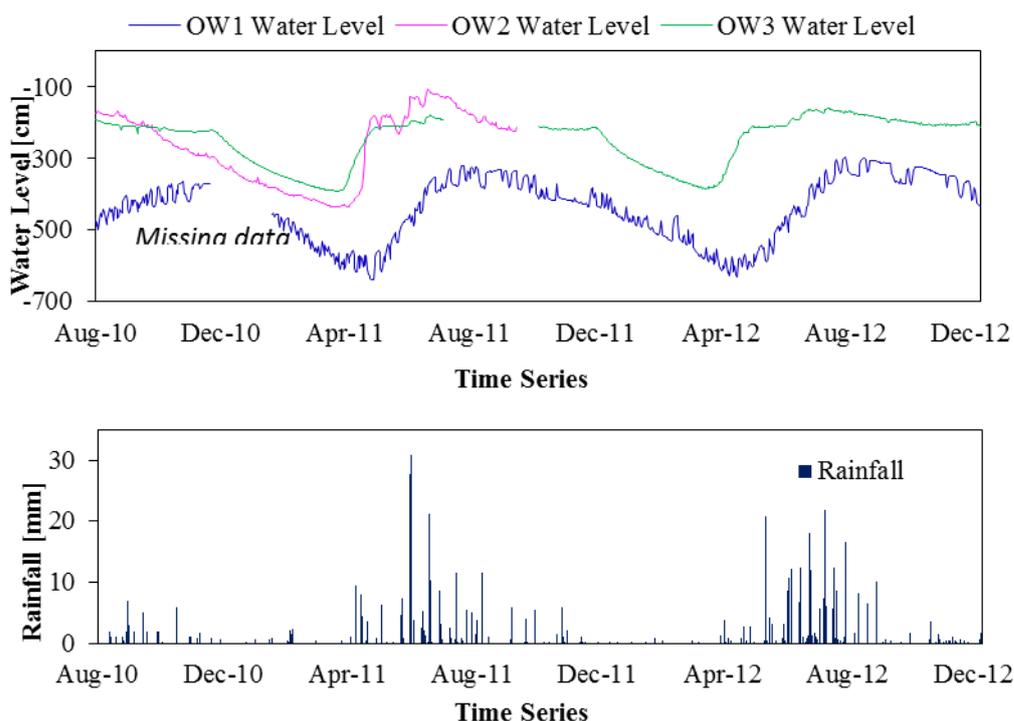


Рисунок 6.1. Колебания уровня подземных вод, зарегистрированные на контрольных скважинах OW1, OW2 и OW3, и ежедневные данные об осадках в районе центральной зоны питания подземных вод города Улан-Батор (с 21 августа 2010 по 30 декабря 2012)

Также наблюдаются сезонные изменения в стоке подземных вод и их химическом составе. В летние месяцы речная вода проникает в неглубокий водоносный горизонт, в зимнее время подземные воды попадают в реки. Химический состав подземных вод также претерпевает небольшие сезонные изменения. Летом преобладают типы воды Ca-Mg-HCO^3 и Ca-Na-HCO^3 , зимой типы Ca-HCO^3 .

Увеличение влажности почвы из-за таяния вечной мерзлоты наблюдается в некоторых районах монгольской территории бассейна озера Байкал. На протяжении последних 30 лет сезонное оттаивание слоя почвы в зоне вечной мерзлоты увеличилось на 0,1-0,6 см в горах Хэнтэя и Хангая и на 0,6-1,6 см в Хубсугульских горах. Мерзлотные явления, например, термокарст, солифлюкция и термоэрозия наблюдаются в течение последних 50 лет. Термокарстовый процесс происходит примерно на 5-10 сантиметров в год, а в некоторых местах достигает даже 20-40 см в год (MARCC, 2009).

В последние 40 лет в реках, вытекающих из Хангайского и Хэнтэйского горных хребтов, отмечалось уменьшение речного стока на 30-40 % от их среднемноголетнего значения. Среднее значение речного стока с 1996 по 2010 годы, в сравнении с данными периода 1978-1995 годов, показывает, что средний сток реки Селенга снизился на 39,4 % (станция Хутаг Ундур). Похожая тенденция наблюдалась также в бассейне реки Идэр, средний сток которой уменьшился на 43,8 % (станция Зурх).

Согласно кадастру поверхностных вод, проведенному в 2011 году, на монгольской территории бассейна озера Байкал пересохло около 641 источников (Булганский аймак – 206, Селенгинский аймак – 56, Хубсугульский аймак – 170, Архангайский аймак – 202, Дарханский аймак – 2, Орхонский аймак – 5) (Управление водными ресурсами, 2011).

6.2 Воздействие изменения климата на подземные воды на российской территории бассейна озера Байкал

На российской территории бассейна озера Байкал было зарегистрировано статистически обоснованное достоверное увеличение среднегодовых температур (рис. 6.2).

Изменения в количестве годовых осадков на отдельных гидрометеорологических станциях различаются. Количество осадков не изменилось или лишь немного уменьшилось в лесостепной и степной зонах исследуемой территории (Улан-Удэ, Новоселенгинск, Кабанск, Кяхта, Новая Курба). Продолжительное увеличение количества осадков было зарегистрировано в южных горных районах (Петропавловка) российской территории бассейна озера Байкал. Увеличение количества осадков на Петропавловской станции за последние 30 лет составило 11,6 мм (бассейн реки Джиды). Сокращение количества осадков на Кабанской станции составило 47,7 мм, а на Новоселенгинской станции 25,5 мм в течение последних 30 лет. Обе вышеуказанные станции расположены в нижнем и среднем течении реки Селенга. Незначительная долгосрочная тенденция к снижению количества осадков наблюдается на нескольких других гидрометеорологических станциях, расположенных в бассейне озера Байкал.

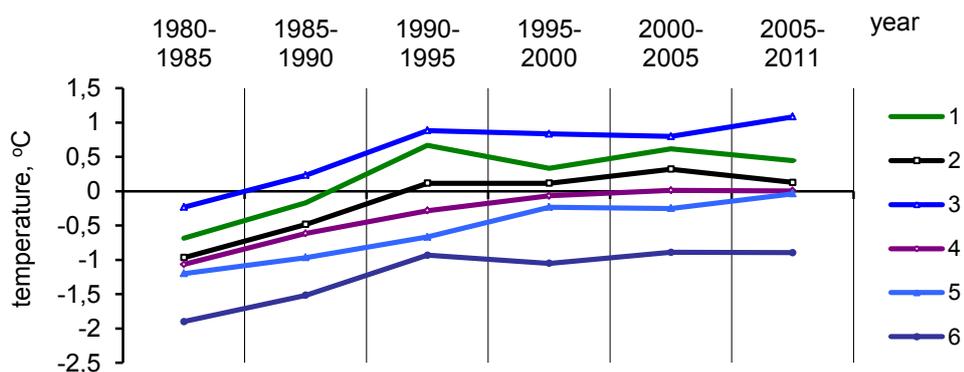


Рисунок 6.2. Среднегодовые температуры, наблюдаемые с 1880 по 2011 год на гидрометеорологических станциях в Кабанске (1), Улан-Удэ (2), Кяхте (3), Новоселенгинске (4), Петропавловке (5), и Новой Курбе (6)

Сравнение среднегодового речного стока в период 2000-2010 годов с соответствующими данными предыдущих лет показывает уменьшение стока на 24-39 % в реках Селенга, Чикой, Хилок и Уда. В зимний период речной сток в значительной степени поддерживается подземными водами. На основании имеющихся данных в течение последнего десятилетия выход подземных вод увеличился в реках Селенга (в районе российско-монгольской границы), Чикой и Уда

приблизительно на 17,6, 10,5 и 19,2 % соответственно. Доля выхода подземных вод в общем стоке рек Хилок, Джида и Темник составляет соответственно 6,6, 4,3 и 4,8 % (Хажеева и Плюснин, 2012). Выявленные изменения климата повлияли на речной сток и вызвали снижение уровня подземных вод и их ресурсов в неглубоких водоносных горизонтах во многих областях бассейна реки Селенга.

7. Приоритетные вопросы трансграничного значения, связанные с подземными водами в бассейне озера Байкал: выводы и рекомендации

В рамках деятельности по проекту ЮНЕСКО-МГП «Ресурсы подземных вод в трансграничных неглубоких водоносных горизонтах в бассейне озера Байкал: актуальные знания, охрана и управление» было проанализировано залегание запасов подземных вод в неглубоких и трансграничных водоносных горизонтах в бассейне озера Байкал. Были оценены антропогенные угрозы качеству (загрязнение) и количеству (истощение) подземных вод и зависящих от подземных вод экосистем. Тем не менее, дефицит данных ограничил возможность оценки ресурсов подземных вод. В целях расширения знаний о количестве и качестве неглубоко залегающих запасов подземных вод и для подкрепления оценки ресурсов подземных вод, устойчивого развития, управления и охраны окружающей среды в бассейне озера Байкал, и в частности, в трансграничных территориях России и Монголии, рекомендуется принятие мер по созданию системы мониторинга и проведению исследований.

На основе сбора, проверки и оценки имеющихся достоверных данных о подземных водах, гидрогеологических карт и иной соответствующей экологической и социально-экономической информации были сформулированы следующие основные результаты:

- выполнена подборка имеющихся данных и информации о неглубоких трансграничных водоносных горизонтах, которыми располагают и совместно пользуются в России и Монголии, и их степени изученности на сегодняшний день;
- определены приоритетные вопросы трансграничного значения, связанные с подземными водами: антропогенные угрозы ресурсам подземных вод;
- проведено исследование и оценка взаимодействия между поверхностными и подземными водами;
- определены воздействия изменения климата на подземные воды в неглубоких водоносных горизонтах, на экосистемы, зависящие от подземных вод, а также на подземные воды в районах развития многолетней мерзлоты.
- Подготовлен компонент ТДА, связанный с подземными водами.

7.1 Выявление трансграничных водоносных горизонтов и оценка современной степени их изученности

На российско-монгольской границе были определены три области (глава 5), где происходит трансграничный сток подземных вод. Это неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Селенга и в смежных областях слияния рек Селенга и Орхон, неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Кяхтинка и неглубокий водоносный горизонт в пойме реки Чикой. По всем трём водоносным горизонтам существует дефицит данных о подземных водах. Недостаточно информации о толщине водоносных горизонтов, физических свойствах и химическом составе подземных вод. Отсутствуют данные по подземным водам для оценки взаимодействия между неглубокими водоносными слоями и прилегающими реками. Деятельность в рамках российско-монгольского «Соглашения о защите и использовании трансграничных вод» проводилась только в отношении поверхностных вод. Были созданы и на протяжении нескольких лет функционируют сети мониторинга трансграничных поверхностных вод. Регулярно измеряются трансграничный

поверхностный сток и качество воды. Однако до сих пор не существует соответствующих сетей мониторинга состояния трансграничных подземных вод.

Для получения данных для принятия информированных решений по управлению трансграничными подземными водами, подчеркивается необходимость создания и функционирования сетей трансграничного мониторинга состояния подземных вод. Данные о подземных водах будут решать следующие задачи: оценку трансграничного подземного стока, оценку трансграничных ресурсов подземных вод, своевременное выявление снижения качества подземных вод и их трансграничное загрязнение.

Рекомендуется принять следующие меры в отношении трансграничных водоносных горизонтов:

- Создание и функционирование трансграничных сетей мониторинга состояния подземных вод в трех областях с трансграничными водоносными горизонтами (глава 5) по обе стороны монгольско-российской границы и внедрение стандартизированной методологии для наблюдения подземных вод и частоты отбора проб, в обеих странах.

- Создание на основе ГИС-технологии базы данных о состоянии трансграничных подземных и поверхностных вод и достижение соглашения (на правовой и технической основе) по сбору данных трансграничного мониторинга, оценке и управлению, а также обоюдный доступ к данным на безвозмездной основе и их свободный обмен между двумя странами.

- Исследование и оценка, как количества, так и качества трансграничных ресурсов подземных вод в трансграничных водоносных горизонтах и оценка трансграничного подземного стока.

- Идентификация потенциальных источников загрязнения подземных вод и оценка вероятностей трансграничного перемещения загрязнения подземных вод.

7.2 Антропогенные угрозы ресурсам подземных вод и трансграничным водоносным горизонтам

Твердые и жидкие отходы различного происхождения являются значительными источниками загрязнения подземных вод в бассейне озера Байкал на территориях обеих стран, России и Монголии. В особенности опасна широкомасштабная и долговременная добыча, и переработка золота, меди, молибдена, вольфрама, цинка и угля, в результате которой образуются отходы, зачастую содержащие токсичные вещества. Источниками широкого спектра воздействий на качество подземных вод являются неконтролируемые утечки сточных вод с рудопромывочных объектов и горно-обогажительных комбинатов, переработка добытых полезных ископаемых, обогащение угля, неконтролируемые утечки из хвостохранилищ, отвалов, прудов-испарителей и других несанкционированных свалок отходов. Загрязнение подземных и поверхностных вод от промышленных и муниципальных свалок и неконтролируемые утечки неочищенных сточных вод были зарегистрированы в нескольких частях бассейна озера Байкал в обеих странах. Чрезмерная откачка шахтных вод может привести к истощению ресурсов подземных вод и оказывает влияние как на системы водоснабжения, питающиеся подземными водами, так и на качество подземных вод.

7.2.1 Трансграничное загрязнение подземных вод

Загрязнение подземных вод из описанных выше источников происходит, в основном, в локальном (конкретном для определенного участка) масштабе. Однако, вследствие взаимодействия между неглубокими водоносными горизонтами, реками и ручьями, поверхностные воды могут загрязняться подземными водами и такое загрязнение может переноситься через монгольско-российскую границу. Особенно опасными потенциальными источниками загрязнения уязвимых и производительных неглубоких водоносных горизонтов во флювиальных отложениях являются несанкционированные свалки отходов, расположенные на поймах в долинах рек.

Воздействие добычи полезных ископаемых на подземные воды

Горнодобывающая деятельность оказывает наиболее сильное воздействие на качество ресурсов подземных вод в бассейне озера Байкал. Добыча полезных ископаемых ведется как открытым способом, так и в глубоких шахтах с использованием большого количества воды. Некоторые частные горнодобывающие компании незаконно используют ртуть и цианиды для отделения золота и загрязняют воды ядовитыми соединениями. Из горной породы извлекается лишь несколько процентов полезных минеральных компонентов, а 90-95 % породы уходит в отходы. Десятки миллионов тонн рудных хвостов с 3-4 % сульфидной минерализацией размещены в водосборном бассейне реки Селенга и за счет продолжающихся в них процессов окисления они являются очень опасными источниками загрязнения подземных вод. Хранение отходов часто осуществляется так называемым методом дамбы, что только предотвращает механическую дисперсию содержимого хвостохранилищ в прилегающие территории, но не решает проблему попадания растворенных токсичных компонентов в систему подземных вод. Рудные минеральные составляющие также выщелачиваются атмосферными и поверхностными водами и проникают в водоносный горизонт. В российской и монгольской частях бассейна озера Байкал практически отсутствуют системы мониторинга состояния подземных вод для конкретных участков, которые позволяют контролировать качество и истощение подземных вод возле шахт и полигонов утилизации отходов горнодобывающих предприятий.

Критерии оценки ТДА, примененные для оценки воздействия различных источников загрязнения на качество подземных вод (глава 3), определили высокую приоритетность проблемы воздействия добычи полезных ископаемых на подземные воды в качестве (общая оценка 6) и ее трансграничное значение (Таблица 7.1).

Рекомендуется провести следующие мероприятия контроля качества подземных и поверхностных вод для их охраны от загрязнения в результате добычи полезных ископаемых:

- Исследование и оценку современного состояния добычи полезных ископаемых в крупных горнодобывающих районах на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал с точки зрения их потенциального воздействия на водные ресурсы.

- Оценку минерального содержимого полигонов отходов крупных шахт и химического состава утечек отходов с целью:

1/ разработки эффективных мер по обеспечению изоляции полигонов отходов от окружающей геологической среды;

2/ разработки необходимых технологий обработки жидких отходов;

3/ создания сетей мониторинга состояния подземных вод для конкретных участков и стандартизированной методологии проведения такого мониторинга.

- Создание и функционирование системы мониторинга подземных вод для конкретного участка в горнодобывающих районах в целях контроля воздействия:

1/ утечек загрязняющих веществ на качество подземных вод;

2/ забора подземных вод (для дренирования шахт и переработки руды) на государственные и частные источники водоснабжения, ирригационные сооружения или экосистемы.

- Изучение процессов переноса и трансформации токсичных веществ в ненасыщенных и насыщенных системах подземных вод в районах добычи полезных ископаемых, расположенных в районах монгольско-российской границы вблизи поверхностных водотоков в пойменных районах, с целью эффективной охраны ресурсов подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах от загрязнения в ходе добычи полезных ископаемых.

Что касается национальной политики в области охраны водных ресурсов, следует отметить (глава 3), что:

1/ экологически безопасная эксплуатация шахт должна быть обязательным условием предоставления лицензий на разработку полезных ископаемых, предоставляемых органами государственной власти;

2/ контроль и мониторинг должны гарантировать постоянную и эффективную очистку сточных вод, сбрасываемых горнодобывающими предприятиями в поверхностные и подземные воды, а также отсутствие в них токсичных веществ;

3/ владельцы горнодобывающих предприятий должны возлагать на себя ответственность за инвестирование в разработку и установку соответствующих современных технологий очистки шахтных вод и стоков, строительство безопасных объектов утилизации отходов и эксплуатацию сетей мониторинга состояния подземных вод для каждого конкретного объекта.

Воздействие промышленных и бытовых отходов на качество подземных вод

Общей оценкой ТДА (глава 3) неконтролируемый сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в промышленных центрах и городских районах определен как еще одна приоритетная проблема подземных вод (общая оценка 4, табл. 7.1). Оба типа жидких отходов могут воздействовать на подземные воды в неглубоких водоносных горизонтах и ухудшать их качество. В ближайшие 10 лет в строительство современных очистных сооружений с соответствующими технологиями очистки и мощностями, способными удовлетворить настоящие и будущие потребности, а также в совершенствование управления сточными водами, включая их повторное использование, должны быть инвестированы значительные средства для уменьшения воздействия промышленных и муниципальных сточных вод на качество подземных вод и зависящие от них экосистемы.

Влияние несанкционированных промышленных и бытовых свалок твердых отходов на качество подземных вод зарегистрировано во многих промышленных районах, городских и сельских поселениях в бассейне озера Байкал (глава 3). Производимые отходы в основном хранятся на свалках вокруг промышленных объектов и вблизи от муниципальных и сельских поселений. Со временем отходы подвергаются атмосферному воздействию и образующиеся жидкие соединения и утечки проникают через зоны аэрации и загрязняют насыщенный водоносный горизонт.

Многие свалки отходов расположены в районах речных отложений в пойменных зонах, где сезонные колебания уровня подземных вод находятся под влиянием поверхностного стока воды в реках. Токсичные компоненты и другие загрязняющие вещества могут смываться с несанкционированных свалок в реки, а из рек сбрасываться в мелководные водоносные горизонты. Зачастую, однако, происходит обратная ситуация. В период минимального речного стока загрязненные подземные воды могут попадать в поверхностные водотоки, и загрязнение может переноситься на большие расстояния через трансграничные территории и даже способно достигать озера Байкал.

Новые полигоны для захоронения отходов должны располагаться там, где не развиты производительные водоносные горизонты, уровень подземных вод находится глубоко под землей, а зоны аэрации толсты и непроницаемы. С технической точки зрения они должны быть оборудованы защитными непроницаемыми слоями с большим демпфированием и высокой поглощающей способностью, дренажными системами и сетями мониторинга для конкретного объекта. Такое экологически безопасное обращение с твердыми отходами потребует значительных инвестиций со стороны муниципальных властей и промышленных предприятий в течение ближайших десяти лет.

Для охраны подземных вод от загрязнения промышленными и бытовыми отходами рекомендуются следующие виды деятельности:

- Исследование и оценка полигонов утилизации отходов крупных промышленных объектов или промышленных компаний, где хранятся токсичные отходы с разработкой комплексных технических мер для контроля загрязнения и поддержания качества подземных вод.

- Выявление и оценка несанкционированных промышленных и муниципальных свалок, расположенных вблизи систем водоснабжения и подземных водоносных горизонтов со значительными ресурсами подземных вод и проектирование технических мер по безопасной эксплуатации существующих свалок или их закрытию свалки, а также по удалению токсичных отходов.
- Внедрение технологий и методов эффективного повторного использования очищенных сточных вод (например, для пополнения водоносного горизонта, орошения).
- Регулярный контроль химического состава очищенных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водотоки, озера или подземные воды.
- Эксплуатация сетей мониторинга подземных вод для конкретных объектов вокруг свалок для наблюдения за качеством подземных вод и своевременного выявления потенциальных утечек загрязняющих веществ.

SEVERITY	SCOPE			
	4: Very high	3: High	2: Medium	1: Limited
4: Very high	8	7	6	5
3: High	7	6	5	4
2: Medium	6	5	4	3
1: Limited	5	4	3	2

Таблица 7.1. Общий рейтинг источников загрязнения подземных вод (твердые отходы обведены черным, жидкие отходы – красным) на российской и монгольской территории бассейна озера Байкал

7.2.2 Воздействие сельскохозяйственной деятельности на качество подземных вод

Диффузное загрязнение подземных вод нитратами и пестицидами в результате сельскохозяйственной деятельности до настоящего времени не отмечено в качестве серьезной экологической проблемы в бассейне озера Байкал. Количество вносимых удобрений и химикатов и степень интенсивности сельскохозяйственной деятельности низки по сравнению со странами ЕС и США. Однако земледелие развивается быстрыми темпами, особенно в Монголии, и более активное использование удобрений и химикатов с целью увеличить производство сельскохозяйственных культур будет оказывать воздействие на почвы и подземные воды в неглубоких водоносных горизонтах.

Значительное точечное загрязнение подземных вод азотсодержащими соединениями (700 мг/л) было выявлено в районах, прилегающих к птицефабрикам на российской территории бассейна озера Байкал. Неконтролируемые сбросы сточных вод с животноводческих ферм являются значительными источниками загрязнения неглубоких уязвимых водоносных горизонтов. Поэтому обязательным условием эксплуатации таких ферм должна быть очистка сбрасываемых с них сточных вод. Также необходимо регулярно контролировать качество сбрасываемых очищенных сточных вод.

Таким образом, для своевременного создания политики устойчивого управления сельскохозяйственным производством и экологически безопасной охраны запасов подземных вод, требуются скоординированные усилия сельскохозяйственного и водохозяйственного секторов. Контрольные мероприятия зависят, прежде всего, от мер, принятых в сельскохозяйственном секторе.

Для защиты качества подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, лежащих под обрабатываемыми сельскохозяйственными землями рекомендуются следующие меры устойчивого сельскохозяйственного производства:

- Поддержание традиционных систем севооборота.
- Контроль над применением удобрений и пестицидов (типом, количеством и применяемыми дозами в зависимости от вида культуры).
- Выбор подходящих методов культивирования (особенно обработки почвы).
- Сохранение качества почвы (например, сохранение динамической устойчивости органического вещества в почве).
- Контроль азотного и углеродного баланса, как неотъемлемая мера для понимания физических, химических и биологических процессов, происходящих в почвенно-ненасыщенной зоне и контроль количества азота, выщелачиваемого в насыщенный водоносный горизонт.
- Мониторинг качества почв и подземных вод (мониторинг зоны аэрации и вертикального профиля водоносного горизонта) для контроля за процессами перемещения и трансформации нитратов.

Искусственное орошение имеет место в нескольких областях бассейна озера Байкал. Контроль за возвратным стоком орошения необходим, так как вода, используемая для ирригации, способствует росту засоленности почвы и выщелоченные соли продвигаются к лежащим ниже неглубоким водоносным горизонтам и ухудшают качество подземных вод.

7.2.3. Истощение подземных вод

Дефицит подземных вод в результате роста населения и загрязнения подземных вод был зарегистрирован в некоторых районах на монгольской территории бассейна озера Байкал. Тем не менее, гидрогеологические исследования и оценка потенциального воздействия горных работ на количество и качество ресурсов подземных вод в результате дренирования шахт не были проведены до настоящего времени. Чрезмерная откачка шахтных вод может привести к истощению ресурсов подземных вод и снижению их качества или воздействовать на зависимые от подземных вод экосистемы. Кроме того, она также может воздействовать на системы водоснабжения, питающиеся подземными водами. Кроме того, устойчивая норма эксплуатации местных ресурсов подземных вод уже превышена в районах высокого спроса на воду, например, в бассейнах рек Тола и Шарийн-гол в районе города Улан-Батор.

На российской территории бассейна озера Байкал истощения подземных вод пока не выявлено. Тем не менее, там еще не ведется регулярного наблюдения за разгрузкой подземных вод и их уровнем.

Повышение спроса на ресурсы подземных вод для питьевого водоснабжения и других целей, в результате продолжающегося социально-экономического развития, требует всестороннего контроля над забором подземных вод. Рекомендуется создание и функционирование сетей мониторинга для конкретных участков возле систем водоснабжения и других объектов забора подземных вод. Регулярный мониторинг будет предоставлять данные для оценки ресурсов подземных вод, устойчивого развития и управления .

7.3 Взаимодействие поверхностных и подземных вод

Значительные ресурсы подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах встречаются в аллювиальных отложениях на монгольской и российской территориях бассейна озера Байкал. Некоторые водоносные горизонты разрабатываются и подземные воды используются для питьевого водоснабжения городов и сельских населенных пунктов. Взаимодействие водоносных горизонтов с соседними реками зарегистрировано в пойменных районах и на низких речных террасах. Однако, существует дефицит данных для оценки:

- 1/ взаимодействия поверхностных и подземных вод;

- 2/ доли просочившихся поверхностных вод в подземных водах в неглубоких водоносных горизонтах;
- 3/ объема разгрузки подземных вод в поверхностные водотоки, особенно в засушливые сезоны (подземный сток);
- 4/ трансграничного стока подземных вод и потенциального попадания загрязняющих веществ в неглубокие водоносные горизонты в речных отложениях в монгольско-российских трансграничных районах.

На трансграничном уровне и в масштабе бассейна озера Байкал приоритет в изучении взаимодействия между поверхностными и подземными водами следует отдавать обширным долинам рек Селенга, Орхон, Уда и других крупных рек, а также местам их слияния, где встречаются толстые и проницаемые речные отложения с существенными и экономически доступными ресурсами подземных вод в производительных неглубоких водоносных горизонтах. Тем не менее, было установлено, что степень гидрогеологической изученности таких неглубоких водоносных горизонтов, в основном, очень ограничена. Данные об их толщине, уязвимости, проницаемости и гидравлических свойствах водоносных горизонтов, а также данные о регулярных измерениях уровня подземных вод, их химическом составе и качестве недостаточны. Данные особенно необходимы для изучения сезонных изменений уровня как поверхностных, так и подземных вод и их влияния на разгрузку подземных вод в реки в сухие сезоны и поверхностного стока в прилегающие неглубокие водоносные горизонты во влажные сезоны. Такая ситуация возникает, например, в реке Тола ниже Улан-Батора в сухие сезоны.

Для лучшего понимания взаимодействия между подземными и поверхностными водами в монгольских и российских трансграничных районах и в целом в бассейне озера Байкал рекомендуются следующие меры:

- Оценка сезонного и долгосрочного взаимодействия подземных вод с поверхностными водами на основе регулярных наблюдений уровней и стока поверхностных вод в пунктах мониторинга на реках, а также на существующих и новых контрольных скважинах в неглубоких водоносных горизонтах в местах слияния крупных рек и в трансграничных районах. Такой мониторинг облегчает изучение влияния колебаний уровней воды на количество и качество ресурсов подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, прилегающих к поверхностным водотокам. Данные будут использованы для создания и калибровки концептуальной модели исследуемой территории в качестве первого шага в процессе ввода данных в ГИС и разработки сеточной вычислительной модели.

- Было отмечено воздействие деградации торфа на качество подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах, разгружающихся в озеро Байкал. Можно рекомендовать создание системы мониторинга и изучение в целях:

- 1/ взаимодействия между неглубокими водоносными горизонтами, прилегающими к озеру Байкал;
- 2/ оценки процессов, происходящих вследствие деградации торфа;
- 3/ переноса загрязнения подземных вод из осушенных земель в озеро Байкал.

7.4 Воздействие изменения климата на неглубокие водоносные горизонты и зависимые экосистемы, а также на вечномерзлотные подземные воды

Применительно к потенциальному воздействию изменения климата различают два вида водоносных горизонтов.

Глубокие водоносные горизонты с долгим временем пребывания подземных вод и периодом обновления порядка тысяч лет или более в случае ископаемых вод. У глубоких водоносных

горизонтов обычно низкая уязвимость к изменчивости современного климата и его изменениям. **Неглубокие водоносные горизонты** с относительно коротким временем пребывания подземных вод порядка от дней до сотен лет уязвимы к изменению климата, в частности, к изменениям температуры воздуха и режима осадков. В последние десятилетия на монгольских и российских территориях бассейна озера Байкал температура воздуха возросла (например в Монголии на 2.1°C в течение последних 70 лет). Изменения режима осадков различаются регионально. В районе Монгольского Алтая, Алтайской Гоби и в восточной части страны количество осадков увеличилось с 1961 года, а во всех других регионах страны оно уменьшилось на 0,1-2,0 мм в год. На российской территории бассейна озера Байкал уменьшение количества осадков (25,5-47,7 мм в течение последних 30 лет) было зарегистрировано в нижнем и среднем течении реки Селенга, однако, в бассейне реки Джиды увеличение осадков составило 11,6 мм за последние 30 лет. Изменения количества выпавших осадков совместно с ростом температуры, влияют на условия для пополнения запасов подземных вод, изменение уровня подземных вод и запасов подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах. Была также зарегистрирована тесная гидрологическая связь между стоком поверхностных вод и уровнем подземных вод в неглубоких водоносных горизонтах в поймах.

Снижение уровня подземных вод из-за природных условий, либо в результате забора из неглубоких водоносных горизонтов, и загрязнение подземных вод, оказывают разрушительное воздействие на зависящие от подземных вод водно-болотные угодья и экосистемы. Обширные водно-болотные угодья и их зависимость от неглубоких водоносных слоев наблюдаются в бассейне озера Байкал в дельте реки Селенги. В дельте необходима комплексная защита от антропогенного воздействия для эффективной охраны как водно-болотных угодий, так и неглубоко залегающих подземных вод.

Особое внимание должно уделяться влиянию климатических условий на залегание и доступность подземных вод в районах вечной мерзлоты, широко распространённых в бассейне озера Байкал. Отмечается постоянное увеличение мощности деятельного слоя многолетнемерзлотных грунтов вечной мерзлоты с ростом температуры. В настоящее время подземные воды в условиях вечной мерзлоты являются ценным источником питьевой воды для ряда небольших сельских населенных пунктов и для пастбищ скота. Однако с увеличением температуры воздуха запасы подземных вод в вечной мерзлоте будут значительным источником питьевой воды для сельских общин, проживающих в горных и предгорных районах.

В связи с влиянием изменения климата на ресурсы подземных вод рекомендуется следующие мероприятия:

- Изучение влияния изменения климата на водно-болотные угодья, зависящие от подземных вод в дельте реки Селенга. Для эффективной охраны подземных вод и зависимых водно-болотных угодий и экосистем в дельте реки Селенга от воздействия изменения климата необходимы гидрогеологические исследования неглубоких водоносных горизонтов, прогнозы раннего предупреждения и экологические исследования.

- Обустройство регулярного мониторинга состояния подземных вод в неглубоких и вечномерзлотных водоносных горизонтах в пилотных районах в бассейне озера Байкал, и корреляция данных по подземным водам с климатическими данными и данными о поверхностных водах, с целью выяснения воздействия изменения климата на качество и количество подземных вод в неглубоких и вечномерзлотных водоносных горизонтах.

7.5 Приоритетные вопросы трансграничного значения: вклад в ТДА бассейна озера Байкал

Антропогенная деятельность может иметь необратимые последствия для водоносных горизонтов и содержащихся в них ресурсов подземных вод. Реализация рекомендуемых мероприятий, направленных на решение вышеописанных приоритетных проблем трансграничного значения,

снизит текущие и будущие риски загрязнения и истощения подземных вод. Рекомендуемые приоритетные действия будут выгодны для устойчивого развития и управления ресурсами подземных вод в бассейне озера Байкал, сохранения качества подземных вод и целостности зависящих от подземных вод экосистем. На трансграничном уровне рекомендуемые меры помогут предвидеть потенциальные конфликты, связанные с загрязнением и истощением трансграничных ресурсов подземных вод .

Реализация предлагаемых приоритетных действий во-первых, улучшит знания о количестве и качестве ресурсов подземных вод и их загрязнении во всем бассейне озера Байкал, во-вторых, уточнит гидрогеологические условия в трансграничных районах, где ещё не ведется мониторинг стока подземных вод на монгольской или российской территориях бассейна озера Байкал, и отсутствуют данные, позволяющие контролировать потенциальное перемещение загрязняющих веществ в трансграничных подземных водах.

Источники и литература

На русском языке:

Борисенко И.М., Адушинов А.А., Литвиненко Т.Е. (1990). Месторождения подземных вод горно-складчатых областей (на примере Прибайкалья и Западного Забайкалья. – М.: Наука, 124 с.

Бурятия. Энциклопедический справочник (2011). Улан-Удэ: ЭКОС, 328 с.

Гидрогеология СССР (1970). Т. 12. Бурятская АССР. – М.: Изд-во «Недра», 432 с.

Иметхенов А.Б. (2003). Бурятия: стихии и катастрофы. Вып. 6. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 200 с.

Хажеева З.И., Плюснин А.М. (2012). Подземный сток воды и растворенных веществ рек бассейна Селенги. Материалы 20 Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. – Иркутск: Изд-во «Географ», 405-40 с.

Ланкин И.К., Лунёва Т.Е., Серебренникова Т.А. (2011). Бюллетень государственного мониторинга состояния недр на территории Иркутской области. С. 15-27.

Перязева Е.Г., Плюснин А.М. (2007). Взаимодействие атмосферных осадков с почвогрунтами урбанизированных территорий Байкальского региона. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 126 с.

Государственный доклад (2012). О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2011 году. Выпуск, с. 107-120.

Тулохонов А.К., Плюснин А.М. (ред.) (2008). Дельта реки Селенги – естественный фильтр и индикатор состояния озера Байкал. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 314 с.

Вотинцев К.К., Глазунов И.В., Толмачёва А.П. (1965). Гидрохимия рек бассейна озера Байкал. – М.: Наука, 494 с.

Яловик Г.А. (2007). Структурно-формационная карта Бурятии, масштаб 1:500000

На монгольском и английском языках

Baldangombo I., Tumursukh D., and Puntsgsuren Ch. (2012). Water supply, wastewater treatment and sanitation, water consumption, water use and water demand. Orkhon River Basin. IWRM Assessment report, 314-364 p.

Davaa G. (2011). Climate Change Impacts on Water Resources in Mongolia. IGES Conference Report-Regional Centre-2011-01. Proceedings of Consultative Meeting on Integration of Climate Change Adaptation into Sustainable Development in Mongolia, June 17-18, 2011, Ulaanbaatar, Mongolia, 30-36 p.

Delleur J. W. (2007). The handbook of groundwater engineering.

Demeusy J. (2012). Water quality and ecological assessment. Integrated Water Management National Assessment Report: Volume II., 327-354 p.

Hiller B.T., Jadamba N. (2006). Groundwater use in the Selenge river basin, Mongolia. The full papers of the 34th congress of International Association of Hydrogeologists, Beijing, China: [http://old.cgs.gov.cn/zt_more/34/zhaiyao/html/03/312.htm].

Houlihan M. F., Jadambaa P., Grimmelmann N., Kampe A.. (2003). Hydrogeological Map of Mongolia, 1:1,000,000, Explanatory Notes: 31-37 p., Hannover, Germany.

- Jadambaa N., Grimmelmann W., Kampe A. (2003). Hydrogeological Map of Mongolia, 1:1,000,000, Explanatory Notes: p. 31-37, Hanover, Germany
- Jadambaa, N., Uuganbayar . (2012) Hydrogeological map of Mongolia, 1:3 000 000, Ulaanbaatar, Mongolia
- Kwadijk J. (2012). Climate change. IWRM Assessment report: Volume I. 174-278 p.
- Koldisheva R.Ya., Efimova D.B., Grishina A.P., Boishenko A.F., Borchuluun U., Sharkhuu N. (1991, 1993). Hydrogeological map of Northeast and Central part of Mongolia.
- Lkhasuren O., Riederer A., Galsandamba N., Ochir C. (2006). Pilot study of Chromium Exposures in the Mongolian Leather Tanning Industry Epidemiology: November 2008-Volume 19-Issue 6, p.S133.R
- Lkhasuren O., Ochir C., Erdenebayar E., Sereenen T., Riederer A. (2008). Intervention Study to Reduce Tannery Exposures in Ulaanbaatar, Mongolia, Epidemiology: November 2008-Volume 19-Issue 6, 133 p.
- Marijnissen S.A.E. ed. (2013). Lake Baikal Basin TDA.
- Ministry of Environment, Nature and Tourism. (2009). Mongolia: Assessment on Climate Change (MARCC). Ulaanbaatar, Mongolia.
- Naranchimeg B., Nam C. Woo., Buyankhishig N. (2011). Ulaanbaatar, Mongolia – Sustainability for the Fast Development with Limited Water Resources.
- Mun Y., Ko I.H., Janchivdorj L., Gomboev B., Kang S.I., Lee Ch.H. (2008). Integrated Water Management Model on the Selenge River Basin, Status Survey and Investigation - Phase I, Seoul, Republic of Korea.
- Pavlov. D.F., et al, (2002). Toxicity Assessment of Bottom Sediments in Watercourses in Selenge River Basin on the Territory of Mongolia. Institute of Inland Water Biology, Russian Academy of Sciences and Amgaabazar, E. Mongolian University of Science and Technology.
- van der Linden, W. and Tuvhsinjargal D. (2012). Wastewater treatment and sanitation. IWRM Assessment report: Volume II., 498-529 p.
- Vrba J. and Brian A. (eds.), 2008. Groundwater for Emergency Situations. UNESCO, 104 p.