

## Науки о Земле

УДК 556.3

*Васютнич Людмила Александровна*  
*Lyudmila Vasyutich*



### ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЧИТИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

### THE PECULIARITIES OF TECHNOGENIC INFLUENCE ON THE CONDITION OF GROUNDWATER CHITA AGGLOMERATION IN THE GLOBAL CLIMATE CHANGE

Рассмотрены особенности изменений гидрогеологических условий на территории г. Чита в результате деградации криолитозоны с учетом развития урбанизации в пространстве и во времени. Показано, что техногенные воздействия на геоэкологические условия наиболее концентрированы и интенсивны на урбанизированных территориях криолитозоны. Выявлено, что подземные воды обладают наибольшей динамичностью и скоростью ответной реакции на воздействия источников загрязнения

In this article the author describes changes' features of hydrogeological conditions in the city of Chita as a result of degradation of permafrost with the development of urbanization in space and time. Manmade effects on geoecological conditions, which are showed in this paper, are most concentrated and intense in urban areas permafrost. In this paper the author has revealed that groundwater has the greatest dynamism and speed of response to the impact of pollution sources

**Ключевые слова:** подземные воды; криолитозона; техногенные воздействия; геоэкология; загрязнение подземных вод; урбанизация

**Key words:** groundwater, cryolitozone, human impacts, geoecology, groundwater pollution, urbanization

**Ч**итинская городская агломерация начала формироваться с середины XX в. В это время в состав города были включены близлежащие поселения городского типа и построены микрорайоны, территории которых находились на значительном отдалении от «Ядра» агломерации – Читы-1 и Читы-2. В настоящее время значительная часть поселений, микрорайонов и «Ядро» агломерации представляют единое целое (рис. 1).

Особенности формирования агломерации г. Чита и ее воздействия на криолитозону в условиях глобального изменения климата оказали существенное влияние на

состояние подземных и поверхностных вод (криогидросферу) в ее пределах и, особенно, в черте селитебных и промышленных территорий. Несомненно, эти и другие причины оказали влияние на ухудшение экологических условий в границах агломерации. В связи с этим, начиная с 2011 г., на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии ЗабГУ под руководством Д.М. Шестернева выполняются исследования в рамках госбюджетной темы «Оценка антропогенных воздействий на геоэкологические условия урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита)», регистрационный номер 01201066651.

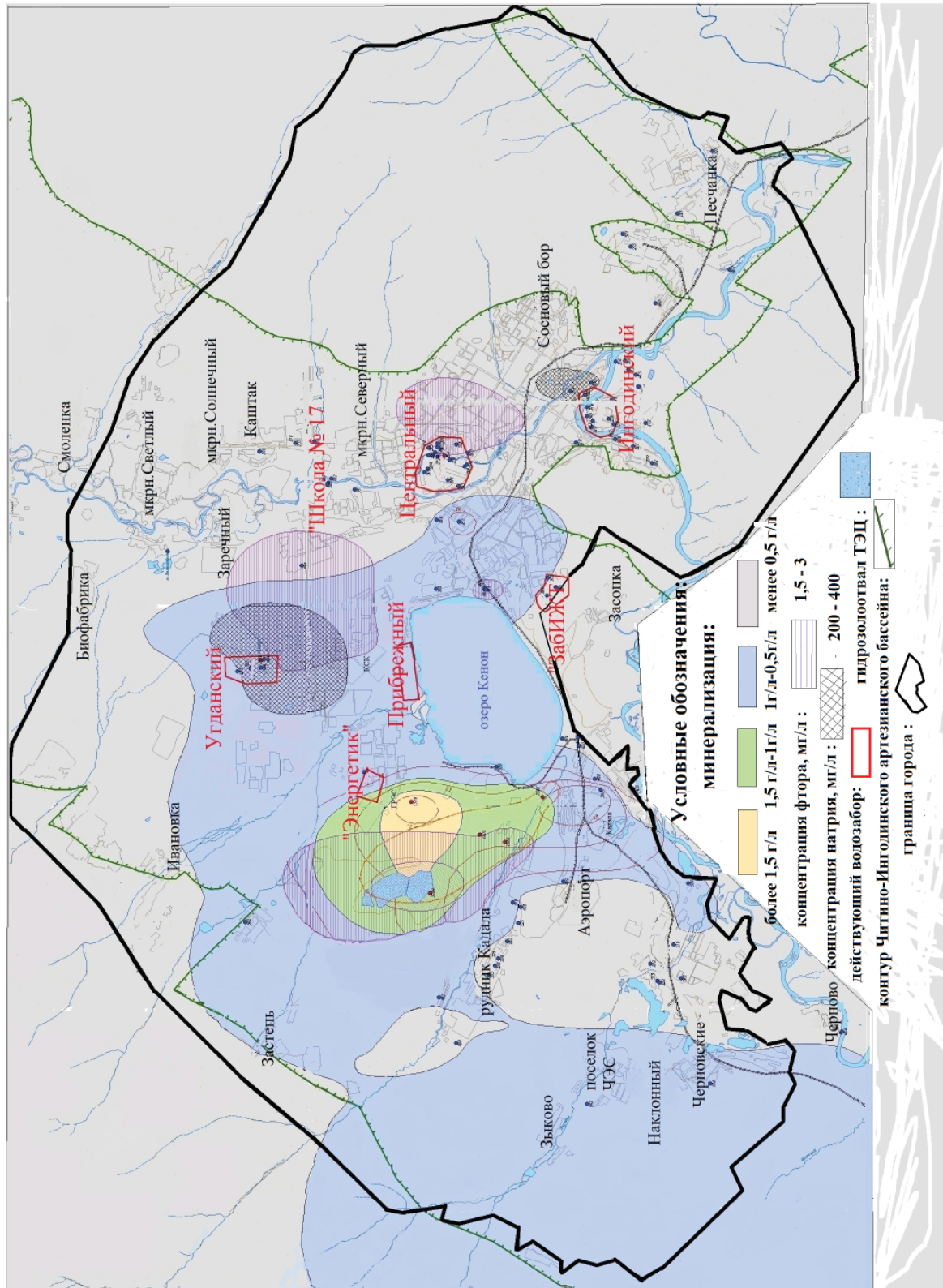


Рис. 1. Состояние подземных вод на территории г. Чита [5]

Техногенные воздействия на природные условия наиболее концентрированы и интенсивны на урбанизированных территориях. Значительное влияние они оказывают на изменение приземной атмосферы, рельеф почвенно-растительного покрова, подземной и поверхностной гидросферы и т.п. Из всех элементов окружающей среды подземные воды обладают наибольшей динамичностью и скоростью ответной реакции на техногенные воздействия [11]. Влияние деятельности человека на подземную гидросферу, проблемы защиты подземных вод от истощения и загрязнения рассмотрены в работах Н.И. Плотникова, Е.В. Пинеккера, А.А. Шварца, В.М. Гольдберга, И.К. Гавич, Б.И. Писарского, В.М. Шестакова, В.В. Шепелева, В.А. Мироненко, А.П. Белоусовой, С.В. Алексева и др. В их работах показано воздействие антропогенных факторов на качество подземных вод, определена задача обеспечения безопасной жизнедеятельности. Особенно актуально это для урбанизированных территорий в пределах криолитозоны, где динамика изменений качества подземных вод имеет тесную взаимосвязь с динамикой изменения площади распространения и строения многолетнемерзлых пород. Это вызвано тем, что при деградации криолитозоны, при прочих равных условиях, степень загрязнения подземных вод увеличивается, при агградации – существенно снижается.

Подземная крио- и гидросфера читинской городской агломерации, начиная с 60-х гг. прошлого века, испытывает всё возрастающую техногенную нагрузку вследствие как их интенсивной эксплуатации, так и загрязнения окружающей среды. Загрязнение подземных вод происходит не только непосредственно от техногенного источника загрязнения, но и через другие компоненты окружающей среды: поверхностную гидросферу, атмосферу, литосферу.

За период интенсивной урбанизации с

60-х гг. прошлого столетия и по настоящее время криолитозона в пределах г. Чита сократилась с 70 до 15...20 %. На участках ранее ее сплошного развития теперь распространены многолетнемерзлые породы не сливающегося типа [9]. Это привело к формированию новых путей транзита теплового, химического и механического загрязнения гидросферы, изменению геотермического поля криолитозоны. Динамика их дальнейшего развития обусловлена тепловым загрязнением окружающей среды (воздуха, поверхностной и подземной гидросферы); геологической среды; изменением фоновых значений основных климатических параметров – температуры воздуха и количества атмосферных осадков в твердом и жидком состоянии и т.п. Сказанное привело к кардинальной перестройке криолитозоны по площади и в разрезе [10]. Эти изменения обеспечили трансформацию путей переноса загрязняющих веществ и, несомненно, являются источником ухудшения экологических условий.

В структуре агломерации г. Чита выделяются промышленная, селитебная, коммунально-складская и др. зоны (см. таблицу). В их пределах расположены различные типы предприятий, улицы, площади, наземный городской транспорт, подземные коммуникации, горные выработки, гидрозолоотвалы, подсобные хозяйства и др. Часто их некачественная эксплуатация приводит к вовлечению в городскую среду огромных масс химических элементов с твердыми промышленными и бытовыми отходами, пылевыми выбросами, промышленными и коммунальными стоками [4]. Установлено, что значительному загрязнению подвергаются подземные воды в зоне влияния гидрозолоотвалов, городских очистных сооружений, предприятий на Большом Острове, Читинской автобазы, канализационно-насосной станции, расположенной на правом берегу р. Чита.

## Источники и виды техногенных воздействий на подземную гидросферу г. Чита

Источники техногенных воздействий	Виды воздействий	Характер воздействия	Показатели интенсивности
Селитебные и промышленные территории	Химическое, биологическое	Загрязнение подземных вод	Содержание нитратов 0,5...2,0 мг/л, нитриты и аммоний появляются в воде периодически в концентрациях до 1,1 мг/л; появление нефтепродуктов; повышение перманганатной окисляемости вод
Коммунальное хозяйство	Тепловое, биологическое	Сброс технических и сточных вод	Биогенные элементы – азот в виде аммония, нитритов, нитратов и фосфор; сульфаты и хлориды
Транспортные системы	Статические нагрузки от насыпей, тепловое воздействие	Нарушение подземного стока	Образование наледей подземных вод
Гидрозолоотвал ТЭЦ	Инfiltrация технологической воды	Повышение уровня подземных вод	Изменение среднегодового уровня на 3,6 м
	Тепловое воздействие	Отепляющее воздействие на горные породы	Изменение температуры, деградация криолитозоны
	Химическое	Загрязнение подземных вод	Увеличение в водоносном комплексе нижнемеловых отложений минерализации (до 2...2,5 г/л), сульфатов (до 750...800 мг/л), железа (до 17 мг/л), жесткости (до 16...22 мг-экв/л), фтора (до 22...26 мг/л)
Водозаборные скважины	Водоотбор	Снижение уровня подземных вод	Понижение уровня в центре депрессионной воронки на 26,1 м
	Химическое загрязнение	Подтягивание некондиционных вод	Увеличение минерализации до 1,4 г/л (первоначально 0,45...0,5 г/л)
Шахта Восточная	Осушение и восстановление водоносного комплекса	Нарушение гидродинамического режима подземных вод	Понижение (восстановление) уровня подземных вод на 90 м

В 60-х гг., когда в пределах г. Чита площадь криолитозоны составляла более 70 % от общей площади урбанизированной территории, локальные источники загрязнения практически не распространялись на всю территорию артезианского бассейна в ее пределах. В настоящее время, когда деградация криолитозоны достигла максимальных значений, в связи с увеличением гидродинамической связи локальных источников загрязнения поверхностных и подземных вод отмечается загрязнение подземных вод регионального характера. Основной причиной регионального загрязнения грунтовых вод являются урбанизированная территория, объекты энергетики и транспорта [2, 3]. Локальные источники загрязнения подземных вод многообразны: гидрозолоотвалы, водозаборные скважины, свалки, нефтезаправочные станции и

др. Линейные источники загрязнения – это автомагистрали, коллекторы промышленной и коммунальной канализации [8].

Совокупность воздействий техногенных объектов трансформирует гидродинамическое и гидрохимическое состояния подземной гидросферы. Техногенное воздействие на гидродинамическое состояние подземных вод на территории г. Чита связано с отбором подземных вод, утечкой технологической воды из объектов энергетического комплекса, восстановлением уровня вод в районе Черновского шахтного поля. Добыча подземных вод в г. Чита осуществляется двенадцатью крупными (производительностью более 1000 м<sup>3</sup>/сут) и пятнадцатью средними (производительностью 100...800 м<sup>3</sup>/сут) групповыми водозаборами, а также серией водозаборов малой производительности и одиночных скважин.



Суммарный среднесуточный водоотбор по г. Чита в 2010 г. достигал 103,81 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Наиболее интенсивный водоотбор осуществляется на 7 крупных групповых водозаборах, обеспечивающих централизованное водоснабжение г. Чита: Центральном, Ингодинском, Прибрежном, Угданском, «Школе № 17», на «Энергетике» и «ЗабИЖТ» (см. рис. 1).

В результате интенсивного водоотбора с конца восьмидесятых годов прошлого столетия на территории г. Чита сформировалась единая депрессионная воронка, площадь которой варьирует 72...93 км<sup>2</sup> с глубиной залегания динамического уровня до 60...80 м. Центр воронки тяготеет к территории Центрального водозабора, где понижение уровня подземных вод за сорокалетний период составило 26,1 м. В западной части г. Чита, где расположены гидрозолоотвал Читинской ТЭЦ и шахтное поле Черновского бурогоугольного месторождения, длительное время наблюдался подъем уровней [5]. Это связано с фильтрацией техногенных вод из золоотвала и прекращением водоотлива из подземных горных выработок бурогоугольного месторождения. На площади Черновского бурогоугольного месторождения с начала века до 1985 г. осушена 90-метровая толща угленосных отложений. До 2001 г. отмечен стабильный подъем уровней водоносного комплекса нижнемеловых отложений, связанный с их восстановлением. В настоящее время процесс восстановления можно считать завершенным [5]. На площади, прилегающей к гидрозолоотвалу Читинской ТЭЦ-1, в течение многих лет фиксируется повышение среднегодового уровня на 3,6 м. С 2003 г. здесь наблюдается колебание уровня подземных вод около определенной величины, что указывает на его относительную стабилизацию, обусловленную постоянным напором и постоянной разгрузкой фильтрующихся из гидрозолоотвала вод в долину р. Кадалинка (субаквально в русле и в виде родников), а также их перехватом дренажной системой Читинского аэропорта. Все это приводит к образованию в зимнее время наледи тех-

ногенного характера в приустьевой части долины ручья [5].

Гидрогеохимическое состояние подземных вод селитебной части г. Чита характеризуется распределением по площади нормируемых показателей в подземных водах нижнемелового водоносного комплекса: минерализации, сульфатов, фтора, натрия (рис. 1). Подземные воды с минерализацией до 500 мг/л распространены на 60 % территории – это Центральный, Ингодинский и частично Железнодорожный районы [5]. Минерализация 500...1000 мг/л (предельно-допустимая концентрация ПДК) наблюдается в виде крупного ореола сложной формы, занимающего 37 % площади и охватывающего юго-западную, западную и северо-западную части города – Черновский и часть Железнодорожного района.

Минерализация, превышающая ПДК, выделяется как площадная аномалия от золоотвала ТЭЦ до юго-западного берега оз. Кенон и пос. Кадала с максимальным значением 1586 мг/л. На этой же территории зафиксирован крупный ореол, в котором общая жесткость превышает ПДК. Значения жесткости в районе золоотвала ТЭЦ достигают 17...23 мг-экв/л, в районе пос. Кадала 18...34 мг-экв/л. Ореол распространения сульфатов с концентрацией выше ПДК (500 мг/л) также приурочен к району золоотвала ТЭЦ – пос. Кадала. Содержание сульфатов достигает 619...735 мг/л. В основном концентрация сульфатов в скважинах города не превышает 200 мг/л [5].

Гидрозолоотвал ТЭЦ расположен в 4 км северо-западнее оз. Кенон, в естественной котловине, и состоит из двух секций общей площадью 115 га. Технологическая вода в нём имеет гидрокарбонатно-сульфатный магниевый-кальциевый состав с минерализацией 1,24 мг/л, жесткостью 14,7 мг-экв/л. Технологическая вода, фильтруясь по ослабленным тектоническим зонам и хорошо проницаемым слоям песчаников, загрязняет подземные воды криогенно-таликового нижнемелового водоносного комплекса и современного четвертичного

водоносного горизонта аллювиальных и озерных отложений, а через них – поверхностные воды р. Кадалинка и оз. Кенон. Ореол загрязнения подземных вод сульфатами вокруг золоотвала вытянут по потоку подземных вод в сторону долины р. Кадалинка и оз. Кенон и его площадь в 2010 г. составила 12,5 км<sup>2</sup> (см. рис. 1).

Гидрогеохимическое состояние подземных вод на водозаборах характеризуется на примере Угданского, который введён в работу в 1963 г. За пятьдесят лет эксплуатации первоначальное качество воды продолжает сохраняться лишь в одной из шести

скважин, самой северной. В южной части водозабора (скв. 4026, 4030) происходит интенсивный подток некондиционных вод, что привело к увеличению концентрации натрий-иона до 360 мг/л (первоначально 120...160 мг/л), сухого остатка до 1,4 г/л (первоначально 0,45...0,5 г/л), фиксируется постоянный рост сульфатов, содержание которых в 2010 г. составило 283 мг/л (первоначально 4...8 мг/л) (рис. 2). Содержание гидрокарбонат-иона в воде возрастает с ростом минерализации, что указывает на природный характер загрязнения [5].

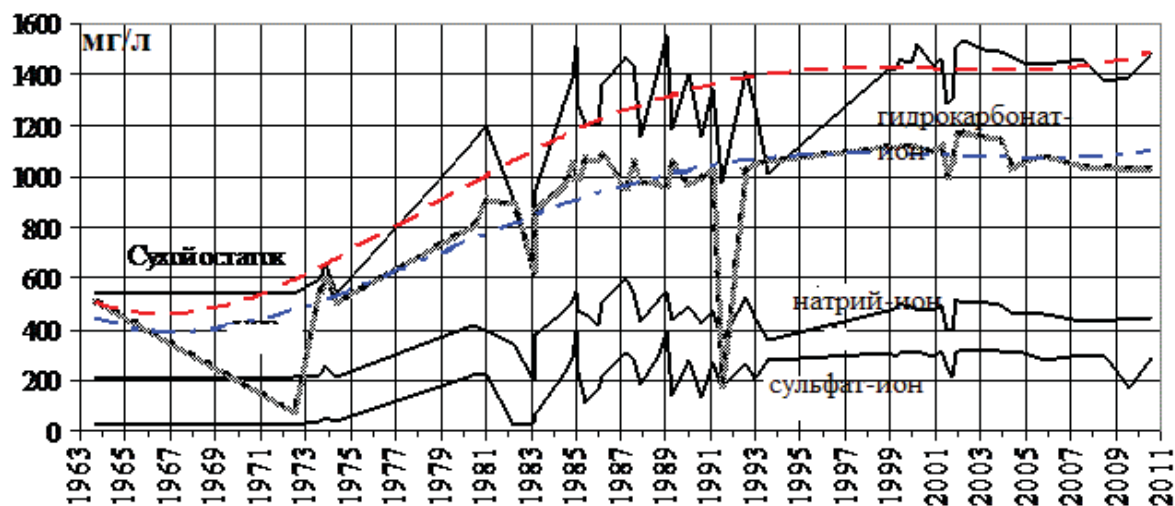


Рис. 2. Изменение концентраций некоторых компонентов в южной части Угданского водозабора (скв. 4026)

В пределах речных долин рек Ингода и Чита существуют благоприятные условия для восполнения эксплуатационных запасов, однако эксплуатируемый водоносный комплекс является недостаточно защищенным. В целом при удовлетворительном качестве подземных вод в отдельных скважинах в летний период ухудшаются бактериологические показатели воды, что связано с неудовлетворительным техническим состоянием скважин или несоблюдением зон санитарной охраны. Опасность загрязнения усугубляется размещением водозаборов в черте города [7].

Качество питьевых вод в г. Чита имеет отклонения от нормативов по железу, мар-

ганцу, иногда – фтору. Причинами этих отклонений являются природные факторы, фильтрация некондиционных вод из смежных горизонтов, поступление железа из обсадных труб недействующих скважин [6]. Также общим почти для всех водозаборов является постоянное или периодическое присутствие в подземных водах нитратов, нитритов и аммония, что говорит о загрязнении подземных вод хозяйственно-бытовыми стоками. Это результат захлапленности территории стихийными свалками бытового мусора, а также наличие всевозможных утечек и аварийных сбросов сточных вод с канализационно-насосных станций на рельеф и в р. Чита. В соответс-

твии с общей классификацией качества подземных вод, используемых для питья, в пределах читинского месторождения подземных вод неудовлетворительное качество характерно для питьевых вод Угданского, Прибрежного водозаборов и «Энергетик». Удовлетворительное качество характерно для подземных вод на Центральном водозаборе. Требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 соответствуют подземные воды Ингодинского водозабора [1].

Охрана источников питьевого водоснабжения от загрязнения и истощения является актуальной проблемой. Механизмом, позволяющим отследить состояние подземных вод и предотвратить загрязнения, служит система мониторинга [6]. Анализ последних данных о современном мониторинге на Читинском месторождении подземных вод позволяет говорить, что в настоящее время сохраняется тенденция сокращения наблюдательной сети за состоянием подземных вод, что недопустимо в условиях растущей техногенной нагрузки в пределах г. Чита и развития коммунальной инфраструктуры города, связанной с вве-

дением в эксплуатацию Сибирского и Смоленского водозаборов [5].

Таким образом, изучение гидрогеохимического состояния питьевых подземных вод г. Чита позволило сделать вывод о том, что качество подземных вод соответствует нормам по основным показателям, однако существует ряд проблем. Практически повсеместно в подземных водах отмечается превышение предельно-допустимых концентраций по железу и марганцу, относящихся к третьему классу опасности. На Угданском водозаборе наблюдается рост содержания натрия, сульфатов и минерализации, вызванный подпиткой некондиционных вод. Анализ гидродинамического режима работы водозаборов указывает на увеличение площади депрессионной воронки, поэтому при построении прогнозных моделей эксплуатации водозаборных сооружений необходимо учитывать влияние граничных условий. Техногенные воздействия на подземные воды в большинстве случаев обратимы, это воздействия, которыми можно управлять и изменять с целью создания приемлемой экологической обстановки в г. Чита.

## Литература

1. Васютяч Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на качество питьевых вод урбанизированных территорий (на примере г. Чита) // Комплексные проблемы гидрогеологии: тез. докл. науч. конф. — СПб.: Санкт-Петербург. ун-т, 2011. С. 39-41.
2. Васютяч Л.А. Оценка качества питьевых вод Читинского месторождения подземных вод // Гидрогеология, инженерная геология, геология и геоэкология Забайкалья и сопредельных территорий: материалы науч.-практ. конф. Чита: ЧитГУ, 2008. С. 140-145.
3. Васютяч Л.А., Белова А.С. Характеристика грунтовых вод г. Чита // Кулагинские чтения: XI Междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2011. Ч. 3. С. 107-109.
4. Верхотуров А.Г., Васютяч Л.А. Ресурсы и экологическое состояние питьевых подземных вод Забайкалья // Недропользование — XXI век. М., 2008. № 3. С. 79-81.
5. Геолого-экологическое исследование на территории г. Чита с целью оценки антропогенного воздействия на окружающую среду: отчёт / Е.В. Белякова [и др.]. Чита: Забайкалгеомониторинг, 2011. 299 с.
6. Мироненко В.А., Румынин В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии: в 3 т. Прикладные исследования. М.: МГУ, 2002. Т. 3, кн. 1. 312 с.
7. Шестернев Д.М., Васютяч Л.А. Изменение климата и окружающая среда урбанизированной территории г. Чита // Кулагинские чтения: XII Междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2012. Ч. 4. С. 30-32.

8. Шестернев Д.М., Васютин Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на изменение геологических условий урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита) // Вестник Чит. гос. ун-та. Чита, 2011. № 6. С. 117-121.

9. Шестернев Д.М., Васютин Л.А. Тепловое загрязнение геологической среды криолитозоны урбанизированных территорий Забайкалья (на примере г. Читы) // Вестник Читинского гос. ун-та. Чита, 2012. № 1. С. 43-51.

10. Шестернев Д.М., Шестернев Д.Д. Пучение пород в условиях деградации криолитозоны. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 2012. 194 с.

11. Экологическая гидрогеология / А.П. Белоусова и др. М.: Академкнига, 2006. 397 с.

**Коротко об авторе**

**Briefly about the author**

**Васютин Л.В.**, доцент каф. «Гидрогеология и инженерная геология», Забайкальский государственный университет (ЗабГУ)  
lyudmila-vasyuti@mail.ru

**L. Vasyutich**, assistant professor, Hydrogeology and engineering geology department, Zabaikalsky state University

**Научные интересы:** геоэкология; экология подземных вод; гидрогеология городов

**Scientific interests:** geoecology, groundwater ecology, hydrogeology of cities

