ISSN:3030-332X
Impact factor: 9,493
International journal of scientific researchers

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ СЕРГЕЛИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ г. ТАШКЕНТА

Бегимкулов Дилшод Каландарович
доцент (PhD) кафедры Гидрогеологии,
инженерной геологии и петрографии
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова

Гулямов Гиёсиддин Джамшитдинович
старший преподаватель кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и петрографии
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова

Куранбаев Зафарбек Зарифбой уғли
магистрант 2-го курса кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и петрографии
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова.

АННОТАЦИЯ.

В статье рассматривается геоэкологическое состояние Сергелийской промышленной зоны города Ташкента, характеризующейся высокой степенью техногенной нагрузки и интенсивным хозяйственным освоением территории. Проведён анализ основных источников загрязнения окружающей среды, включая промышленные предприятия, транспортную инфраструктуру, инженерные сети, оросительные каналы и объекты коммунального хозяйства.

Особое внимание уделено состоянию подземных вод как наиболее чувствительного компонента геологической среды. Рассматриваются изменения их гидрохимического состава под влиянием антропогенных факторов, включая увеличение минерализации, содержание соединений азота, тяжёлых металлов и органических загрязнителей. Отмечается формирование зон техногенного загрязнения и ухудшение экологического состояния водоносных горизонтов.

В работе также представлены основные направления геоэкологической оценки территории, включая анализ гидрохимических показателей, пространственное распределение загрязнений и применение геоинформационных технологий. Предложены меры по снижению загрязнения и рекомендации по организации системы мониторинга подземных вод и рационального природопользования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Геоэкология, Сергелийская промышленная зона, Ташкент, подземные воды, техногенное воздействие, загрязнение окружающей среды, гидрохимический состав, тяжёлые металлы, нитраты, антропогенная нагрузка, экологический мониторинг, рациональное природопользование.

ВВЕДЕНИЕ

Сергелийская промышленная зона города Ташкента относится к числу наиболее техногенно нагруженных территорий, что обусловлено высокой концентрацией промышленных предприятий, развитой транспортно-логистической инфраструктурой и интенсивным хозяйственным использованием природных ресурсов. Длительное освоение данной территории привело к значительным изменениям природной среды, включая трансформацию ландшафтов, нарушение почвенно-грунтового покрова и ухудшение гидрогеологических условий.

Особую роль в формировании экологической обстановки играют подземные воды, которые являются наиболее чувствительным компонентом геологической среды к антропогенному воздействию. В условиях высокой водопроницаемости аллювиально-пролювиальных отложений загрязняющие вещества способны быстро мигрировать по водоносным горизонтам, формируя зоны техногенного загрязнения и экологического риска.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

определяется необходимостью комплексной геоэкологической оценки состояния территории, анализа источников загрязнения и изучения изменений гидрохимического состава подземных вод под влиянием антропогенной нагрузки. Полученные результаты могут быть использованы для разработки мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду и совершенствованию системы экологического мониторинга в промышленно развитых районах.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является геоэкологическое состояние Сергелийской промышленной зоны города Ташкента, включая природно-техногенную систему территории, а также подземные воды и другие компоненты окружающей среды, испытывающие влияние интенсивной антропогенной нагрузки.

Сергелийская промышленная зона города Ташкента относится к числу наиболее техногенно нагруженных территорий региона, что обусловлено высокой концентрацией промышленных предприятий различного профиля, развитой транспортно-логистической инфраструктурой и интенсивным хозяйственным использованием природных ресурсов. В пределах данной территории сосредоточены производственные объекты, складские комплексы, автотранспортные магистрали, инженерные сети и коммунальные системы, которые в совокупности формируют устойчивую антропогенную нагрузку на природную среду.

Длительное и непрерывное хозяйственное освоение территории привело к формированию сложной и многокомпонентной геоэкологической обстановки. Она характеризуется существенными изменениями природных ландшафтов, трансформацией почвенно-грунтового покрова, нарушением естественного режима поверхностных и подземных вод, а также накоплением загрязняющих веществ в геологической среде.

Особую роль в формировании современного экологического состояния играют подземные воды, которые являются наиболее чувствительным компонентом геологической среды к техногенному воздействию. В условиях высокой водопроницаемости аллювиально-пролювиальных отложений загрязняющие вещества способны сравнительно быстро мигрировать по водоносным горизонтам, распространяясь на значительные расстояния от источников загрязнения.

Основными источниками техногенного воздействия на территории Сергелийской промышленной зоны являются промышленные предприятия, выбросы и сбросы которых содержат широкий спектр загрязняющих веществ, включая нефтепродукты, тяжёлые металлы, соединения азота и хлора, а также органические загрязнители. Дополнительным фактором загрязнения выступает транспортная инфраструктура, которая вносит вклад в поступление в окружающую среду продуктов износа автомобильных шин, топлива и масел, а также взвешенных частиц.

Не менее значимым источником воздействия являются утечки из инженерных коммуникаций, включая водопроводные и канализационные сети. Такие процессы способствуют локальному переувлажнению грунтов и изменению химического состава подземных вод, что особенно опасно в условиях высокой плотности застройки и ограниченной естественной фильтрации.

Геоэкологическая ситуация в пределах промышленной зоны формируется под влиянием совокупности природных и техногенных факторов, включая литологическое строение территории, гидрогеологические условия, климатические особенности и характер хозяйственного

использования. Взаимодействие этих факторов приводит к формированию неоднородных зон загрязнения, различающихся по степени интенсивности и составу загрязняющих веществ.

Для оценки состояния территории применяются комплексные геоэкологические подходы, включающие анализ гидрохимических показателей подземных вод, изучение пространственного распределения загрязняющих компонентов, а также использование геоинформационных технологий для визуализации и интерпретации полученных данных.

Таким образом, Сергелийская промышленная зона представляет собой территорию с выраженной техногенной трансформацией природной среды, где наблюдается устойчивое ухудшение геоэкологического состояния. Это требует проведения систематического мониторинга, детального анализа процессов загрязнения и разработки мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Основные источники загрязнения

Основными источниками загрязнения окружающей среды на территории Сергелийской промышленной зоны являются промышленные предприятия различного профиля, системы водоотведения, оросительные каналы, транспортная инфраструктура, а также объекты коммунального хозяйства. В совокупности данные источники формируют сложную техногенную нагрузку, которая оказывает постоянное воздействие на все компоненты природной среды, включая атмосферный воздух, почвы и подземные воды.

С точки зрения геоэкологии источники загрязнения территории можно условно разделить на точечные, линейные и площадные. К точечным источникам относятся промышленные предприятия и очистные сооружения, к линейным — транспортные магистрали и каналы, а к площадным — зоны складирования отходов и участки с высокой концентрацией хозяйственной деятельности. Такое распределение обусловливает неоднородный характер загрязнения и формирование локальных геохимических аномалий.

Промышленный комплекс Сергелийской зоны представлен предприятиями машиностроительной, текстильной, химической и перерабатывающей отраслей. В процессе их производственной деятельности в окружающую среду поступает широкий спектр загрязняющих веществ, включая нефтепродукты, фенолы, поверхностно-активные вещества, соединения тяжелых металлов (свинец, цинк, медь, кадмий), а также различные органические и неорганические соединения.

Особую опасность представляют вещества с высокой миграционной способностью, которые способны проникать в водоносные горизонты и длительное время сохраняться в подземной среде. В условиях высокой водопроницаемости аллювиально-пролювиальных отложений процесс инфильтрации загрязняющих веществ протекает достаточно интенсивно, что способствует быстрому распространению загрязнения за пределы первоначальных источников.

Существенное значение в формировании гидрохимического режима территории имеет поступление городских и промышленных сточных вод. Значительная часть этих вод направляется на очистные сооружения, в частности на Саларскую станцию аэрации. Однако даже после прохождения многоступенчатой очистки в сточных водах может сохраняться остаточное содержание биогенных элементов (азот, фосфор), органических соединений и поверхностно-активных веществ.

Недостаточная эффективность полного удаления загрязняющих компонентов обусловлена как технологическими ограничениями очистных сооружений, так и высокой нагрузкой на систему водоотведения. В результате часть загрязнённых вод может поступать в природную среду, оказывая влияние на качество поверхностных и подземных вод.

Отдельным значимым фактором загрязнения являются оросительные каналы (Карасу, Нейман и другие), которые выполняют важную водохозяйственную функцию, но одновременно могут выступать в роли путей миграции загрязняющих веществ. Через фильтрационные процессы происходит инфильтрация воды из каналов в грунтовые горизонты, что способствует изменению их химического состава.

Кроме того, значительное влияние оказывают возвратные воды орошения, которые формируются в результате сельскохозяйственной деятельности. Такие воды, как правило,

содержат повышенные концентрации растворённых солей, нитратов, фосфатов и остатков агрохимикатов (удобрений и пестицидов). Их поступление в гидрогеологическую систему способствует процессам вторичного засоления и ухудшению качества подземных вод.

Дополнительным источником локального загрязнения являются несанкционированные свалки твердых бытовых и промышленных отходов. Такие объекты характеризуются отсутствием инженерной защиты и контролируемого режима эксплуатации, что приводит к беспрепятственному вымыванию загрязняющих веществ в почвенно-грунтовую среду и их дальнейшей миграции в подземные воды.

В целом, совокупное воздействие указанных источников формирует устойчивую техногенную нагрузку на территорию Сергелийской промышленной зоны. Это приводит к формированию зон повышенного экологического риска, характеризующихся ухудшением качества подземных вод, накоплением загрязняющих веществ в грунтах и нарушением естественных геохимических процессов.

Результаты химического анализа подземных вод.

Химический состав подземных вод Сергелийской промышленной зоны формируется под совместным влиянием природных гидрогеологических условий и интенсивной антропогенной нагрузки. В естественных условиях состав подземных вод определяется литологией водовмещающих пород, условиями питания и разгрузки водоносных горизонтов, а также климатическими факторами. Однако в пределах исследуемой территории значительное влияние оказывает техногенный фактор, который приводит к изменению первоначального гидрохимического облика вод.

В целом подземные воды исследуемой территории относятся к категории пресных, однако характеризуются значительной пространственной и временной изменчивостью химического состава. На фоновых участках преобладают воды гидрокарбонатно-кальциевого типа, что является типичным для аллювиально-пролювиальных отложений предгорных равнин.

Такой состав отражает естественные процессы взаимодействия атмосферных осадков с карбонатсодержащими породами и их последующую фильтрацию через водоносные горизонты.

Вместе с тем в пределах зон техногенного воздействия наблюдается трансформация первоначального химического типа вод. В отдельных участках фиксируются смешанные и изменённые гидрохимические типы, что свидетельствует о нарушении естественного геохимического равновесия и поступлении загрязняющих веществ антропогенного происхождения.

Проведённые гидрохимические исследования позволили выявить ряд характерных изменений состава подземных вод, связанных с воздействием техногенных факторов. В частности, установлено:

• увеличение общей минерализации подземных вод в районах влияния промышленных предприятий, оросительных каналов и транспортной инфраструктуры;

• повышение содержания соединений азота, включая нитраты и аммонийный азот, что указывает на поступление бытовых и сельскохозяйственных загрязнителей;

• локальное присутствие тяжелых металлов (медь, цинк, свинец), связанных с промышленными выбросами и транспортной нагрузкой;

• увеличение концентрации органических веществ, включая продукты нефтехимического происхождения;

• ухудшение санитарно-гигиенических показателей качества воды по ряду исследуемых параметров.

Повышение минерализации подземных вод может быть связано как с процессами испарительного концентрирования в условиях засушливого климата, так и с поступлением минерализованных возвратных вод орошения. Влияние последних особенно заметно в зонах сельскохозяйственного водопользования, где наблюдается вторичное засоление грунтов и водоносных горизонтов.

Повышенные концентрации нитратов и аммонийного азота свидетельствуют о влиянии хозяйственно-бытовых сточных вод, а также агрохимикатов, используемых в сельском хозяйстве.

Данные компоненты отличаются высокой миграционной способностью и способны быстро проникать в грунтовые воды, особенно при отсутствии защитных глинистых экранов.

Присутствие тяжелых металлов в отдельных пробах указывает на локальное влияние промышленных предприятий и транспортной инфраструктуры. Эти элементы характеризуются высокой токсичностью и способностью к аккумуляции в геологической среде, что повышает экологические риски для территории.

Наиболее неблагоприятные гидрохимические показатели отмечаются в зонах активного водообмена между оросительными каналами, промышленными площадками и водоносным горизонтом. В таких участках происходит интенсивная инфильтрация поверхностных вод, что способствует переносу загрязняющих веществ в подземную гидросферу.

Таким образом, результаты химического анализа свидетельствуют о выраженном техногенном воздействии на подземные воды Сергелийской промышленной зоны, проявляющемся в изменении их естественного гидрохимического состава, увеличении минерализации и появлении специфических загрязняющих компонентов антропогенного происхождения.

Изменение состава подземных вод под влиянием антропогенной нагрузки.

Под воздействием интенсивной хозяйственной деятельности на территории Сергелийской промышленной зоны происходит устойчивое и прогрессирующее изменение гидрохимического режима подземных вод. Данный процесс является результатом длительного техногенного воздействия, которое нарушает естественные механизмы формирования и самоочищения водоносных горизонтов.

В естественных условиях химический состав подземных вод формируется под влиянием процессов инфильтрации атмосферных осадков, водообмена с породами водовмещающего комплекса, а также условий питания и разгрузки водоносных горизонтов. Однако в пределах исследуемой территории эти процессы существенно трансформированы под воздействием антропогенных факторов.

В результате проведённых исследований установлены следующие основные направления изменения состава подземных вод:

• устойчивый рост общей минерализации, связанный с поступлением техногенно изменённых вод, а также с процессами испарительного концентрирования в условиях засушливого климата;

• накопление соединений азота (нитратов и аммонийного азота), обусловленное утечками хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, а также влиянием аграрного сектора;

• появление и аккумуляция тяжелых металлов промышленного происхождения, поступающих из выбросов предприятий машиностроения, металлообработки и транспортной инфраструктуры;

• увеличение содержания органических загрязнителей, включая нефтепродукты и поверхностно-активные вещества, характерные для урбанизированных территорий.

Указанные процессы свидетельствуют о нарушении естественного геохимического равновесия в системе «вода–порода» и формировании техногенно трансформированных гидрогеохимических условий. В таких условиях изменяется не только химический состав вод, но и общая направленность геохимических процессов, включая процессы миграции, сорбции и аккумуляции загрязняющих веществ.

Антропогенная нагрузка приводит к формированию техногенно изменённых зон, в пределах которых естественный химический состав подземных вод существенно нарушен. Эти зоны характеризуются повышенными концентрациями загрязняющих компонентов и отклонениями от фоновых гидрохимических показателей.

Особенностью данных зон является их динамический характер: они не являются статичными и имеют тенденцию к пространственному расширению в направлении естественного движения грунтовых вод. Это связано с тем, что подземный поток выступает в качестве транспортного механизма, обеспечивающего перенос растворённых загрязняющих веществ на значительные расстояния от первоначальных источников загрязнения.

Кроме того, распространение загрязнения может усиливаться за счёт высокой фильтрационной способности аллювиально-пролювиальных отложений, которые слагают водоносные горизонты исследуемой территории. В условиях слабой защищённости водоносных горизонтов процесс вертикальной миграции загрязняющих веществ также играет значительную роль.

Таким образом, результаты анализа свидетельствуют о том, что антропогенная нагрузка приводит к формированию устойчивых техногенных гидрогеохимических аномалий, характеризующихся изменением качественного состава подземных вод, ухудшением их экологического состояния и тенденцией к дальнейшему распространению загрязнения в пределах Сергелийской промышленной зоны.

Меры по снижению загрязнения

Для улучшения экологического состояния территории Сергелийской промышленной зоны и снижения уровня антропогенного воздействия на подземные воды необходимо внедрение комплекса инженерно-экологических, организационных и природоохранных мероприятий. Данные меры должны быть направлены на уменьшение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, повышение эффективности очистки сточных вод, а также восстановление нарушенных природных систем.

Одним из приоритетных направлений является модернизация существующих очистных сооружений. Это включает внедрение современных технологий многоступенчатой очистки, таких как мембранные методы, сорбционные фильтры и биологическая доочистка. Повышение эффективности очистки позволит существенно снизить содержание органических веществ, соединений азота, нефтепродуктов и тяжелых металлов в сточных водах, поступающих в природную среду.

Важным направлением является усиление экологического контроля за сбросом промышленных сточных вод. Необходимо внедрение системы постоянного мониторинга качества сбрасываемых вод с использованием автоматизированных датчиков и регулярного лабораторного анализа. Также требуется ужесточение нормативного регулирования и контроль за соблюдением предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ промышленными предприятиями.

Существенное значение имеет инженерная защита оросительных и дренажных каналов, включая их герметизацию и укрепление фильтрационных экранов. Это позволит снизить потери воды за счёт инфильтрации в грунтовые горизонты и уменьшить перенос растворённых загрязняющих веществ в подземные воды. В ряде случаев целесообразно применение противофильтрационных покрытий и гидроизоляционных материалов.

Необходимым мероприятием является создание и строгое соблюдение санитарно-защитных зон вокруг водозаборных сооружений. Данные зоны должны обеспечивать защиту источников питьевого водоснабжения от потенциального загрязнения и ограничивать хозяйственную деятельность в пределах наиболее уязвимых участков водоносных горизонтов.

Особое внимание следует уделить ликвидации несанкционированных свалок твердых бытовых и промышленных отходов, а также рекультивации загрязнённых территорий. Рекультивационные мероприятия должны включать удаление загрязнённого грунта, восстановление почвенного покрова и проведение инженерно-экологических работ по стабилизации территории.

Дополнительно рекомендуется внедрение системы постоянного геоэкологического мониторинга, включающей регулярное наблюдение за состоянием подземных вод, почв и поверхностных вод. Использование геоинформационных систем (GIS) позволит оперативно выявлять зоны экологического риска и отслеживать динамику изменений экологической обстановки.

Реализация комплекса указанных мероприятий позволит существенно снизить поступление загрязняющих веществ в водоносные горизонты, стабилизировать гидрогеохимическую ситуацию и повысить общую экологическую устойчивость Сергелийской промышленной зоны. В долгосрочной перспективе это создаст условия для экологически безопасного развития территории и рационального природопользования.

Рекомендации по мониторингу подземных вод.

Для эффективного контроля состояния подземных вод Сергелийской промышленной зоны необходимо создание комплексной и многоуровневой системы геоэкологического мониторинга. Такая система должна обеспечивать непрерывное наблюдение за изменениями гидрогеохимического режима, выявление источников загрязнения, а также прогнозирование дальнейшей динамики экологической ситуации.

Основой мониторинга является организация сети наблюдательных скважин, расположенных с учётом геолого-гидрогеологических условий территории и направлений движения подземных вод. Скважины должны быть оборудованы на различных глубинах, что позволит оценивать как верхние, наиболее уязвимые горизонты, так и более глубокие водоносные комплексы. Это особенно важно в условиях многослойной структуры аллювиально-пролювиальных отложений.

Важным элементом системы мониторинга является регулярный отбор проб подземных вод по сезонному графику. Учитывая климатические особенности региона, целесообразно проводить наблюдения как минимум в период максимального питания (весна), минимального питания (лето) и переходных сезонов. Такой подход позволяет учитывать сезонную изменчивость гидрохимических показателей.

Контроль должен включать определение основных физико-химических, химических и микробиологических параметров качества воды. К ним относятся показатели общей минерализации, pH, жёсткости, содержания основных ионов, соединений азота, тяжелых металлов, нефтепродуктов, а также санитарно-микробиологические показатели. Комплексный анализ позволяет оценивать как химическое, так и санитарное состояние подземных вод.

Дополнительным направлением мониторинга является использование геофизических методов наблюдений, включая электротомографию, георадарные исследования и другие методы, позволяющие выявлять зоны повышенной влажности, фильтрации и возможного загрязнения без бурения дополнительных скважин. Это повышает оперативность и снижает стоимость наблюдений.

Особое значение имеет применение дистанционных методов и геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют осуществлять пространственный анализ распределения загрязняющих веществ, формировать карты загрязнения и выявлять зоны экологического риска. Интеграция данных мониторинга в ГИС-среду обеспечивает возможность анализа динамики изменений во времени и пространстве.

В рамках системы мониторинга особое внимание следует уделять наиболее уязвимым участкам территории, к которым относятся зоны водозаборов, промышленные площадки, участки пересечения оросительных каналов с водоносными горизонтами, а также территории с высокой плотностью инженерных коммуникаций. Именно здесь наиболее вероятно формирование очагов загрязнения и их дальнейшее распространение.

Таким образом, создание комплексной системы мониторинга подземных вод позволит обеспечить своевременное выявление негативных изменений, повысить эффективность управления водными ресурсами и минимизировать экологические риски в пределах Сергелийской промышленной зоны.

Пути рационального природопользования.

Рациональное природопользование на территории Сергелийской промышленной зоны должно базироваться на принципах экологической устойчивости, сбалансированного использования природных ресурсов и минимизации антропогенного воздействия на геологическую среду, в первую очередь на подземные воды. Учитывая высокую степень техногенной нагрузки, ключевым условием является переход к экологически ориентированной модели развития территории.

Основной целью рационального природопользования является обеспечение устойчивого функционирования природно-техногенной системы при одновременном снижении негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. В условиях промышленно развитого района особое значение приобретает сохранение качества подземных вод как стратегического источника водоснабжения.

Одним из приоритетных направлений является внедрение водосберегающих технологий в промышленности и сельском хозяйстве. Это включает использование замкнутых циклов водооборота, модернизацию производственных процессов с целью сокращения водопотребления, а также применение современных технологий очистки и повторного использования воды. Подобные меры позволяют существенно снизить объемы сброса сточных вод и уменьшить нагрузку на природные водные системы.

Важным элементом рационального природопользования является повторное использование очищенных сточных вод. После дополнительной доочистки такие воды могут применяться для технических нужд, орошения зеленых насаждений и промышленных процессов, что снижает потребность в заборе природных вод и уменьшает антропогенное давление на водоносные горизонты.

Необходимым направлением является оптимизация структуры водопотребления, включающая рациональное распределение водных ресурсов между промышленностью, коммунальным хозяйством и сельским хозяйством. Это предполагает внедрение систем учета и контроля водопотребления, а также разработку нормативов рационального использования воды для различных отраслей.

Экологически обоснованное размещение новых промышленных и инфраструктурных объектов играет ключевую роль в снижении риска загрязнения. При планировании строительства необходимо учитывать гидрогеологические условия территории, направление движения подземных вод, а также наличие уязвимых водоносных горизонтов. Это позволяет минимизировать вероятность попадания загрязняющих веществ в подземные воды.

Существенное значение имеет сохранение естественного режима грунтовых вод, что предполагает ограничение чрезмерного водоотбора, предотвращение нарушения фильтрационных процессов и сохранение естественных условий питания водоносных горизонтов. Нарушение этих процессов может привести к деградации гидрогеологической системы и ухудшению качества вод.

Дополнительно необходимо усиление экологического контроля за хозяйственной деятельностью, включая регулярный мониторинг промышленных выбросов, контроль за состоянием очистных сооружений и соблюдением экологических нормативов. Важную роль играет внедрение административных и экономических механизмов стимулирования экологически безопасного производства.

Таким образом, реализация комплекса мероприятий по рациональному природопользованию позволит снизить антропогенную нагрузку на подземные воды, обеспечить устойчивое развитие территории и сохранить экологическое равновесие в пределах Сергелийской промышленной зоны.

Литература

1. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., 1970.
2. Бочевер Ф.М. и др. Основы гидрогеологических расчетов. М., 1975.
3. Плотников Н.А. Проектирование систем искусственного восполнения подземных вод. 1983.
4. Пономарев В.Н., Чебатарева О.В. Инфильтрационное питание грунтовых вод. 1982.
5. Бородин Р.В. Определение расхода потока грунтовых вод. 1978.
6. Махлин М.П., Винер Э.Л. Система водоснабжения Ташкента.
7. Нагевич П.П., Шестаков В.А. Анализ источников питания водозаборов.
8. Водовозов В.В. Гидрогеология и охрана подземных вод. — М.: Недра, 2015.
9. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. — М.: Высшая школа, 2012.
10. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. — М.: Гидрометеоиздат, 2010.
11. Руденко Г.И. Геоэкология урбанизированных *территорий*. — М.: Наука, 2018.
12. Лурье П.М. *Методы* геоэкологических исследований. — СПб.: Гидрометеоиздат, 2014.
13. Доклад по состоянию окружающей среды Республики Узбекистан. — Ташкент: Госкомэкологии РУз, 2023.