ПРИРОДНЫЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 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 рассмотрены природные и гидрогеологические условия Сергелийской промышленной зоны города Ташкент. Район исследований расположен в пределах аллювиально-террасовой равнины долины реки Чирчик и характеризуется сложным сочетанием природных и техногенных факторов. Особое внимание уделено геоморфологическим, климатическим и гидрогеологическим условиям территории, а также особенностям формирования и режима подземных вод. Климат района резко континентальный, с выраженной сезонной изменчивостью температур и неравномерным распределением атмосферных осадков, что оказывает существенное влияние на питание грунтовых вод. Гидрогеологическое строение отличается многоярусностью водоносных горизонтов четвертичного и неогенового возраста, при этом основное хозяйственное значение имеют аллювиальные водоносные комплексы.

Установлено, что режим подземных вод в значительной степени определяется ирригационным воздействием, инфильтрацией атмосферных осадков и техногенными утечками из инженерных сетей. В пределах Сергелийской промышленной зоны наблюдается существенное антропогенное влияние, проявляющееся в изменении гидрогеологических условий и загрязнении природной среды.

Полученные данные имеют значение для инженерно-геологической оценки территории, прогнозирования изменения гидрогеологического режима и обеспечения экологической безопасности при дальнейшем развитии промышленной инфраструктуры.

Ключевые слова: гидрогеология, инженерно-геологические условия, грунтовые воды, аллювиальные отложения, резко континентальный климат, урбанизация, техногенное воздействие, геоэкология.

Район работ расположен в средней правобережной части долины реки Чирчик, в пределах юго-западной части города Ташкента и прилегающих пригородных территорий. Территория исследования охватывает Сергелийскую промышленную зону Сергелийского района, которая в настоящее время представляет собой одну из наиболее активно развивающихся индустриальных,

транспортно-логистических и инфраструктурных зон столицы. Сергелийский район отличается высокой степенью урбанизации, значительной плотностью застройки и концентрацией промышленных объектов различного профиля. Здесь сосредоточены производственные предприятия, складские комплексы, транспортные узлы, инженерные коммуникации и объекты коммунальной инфраструктуры, что формирует сложный техногенный ландшафт. В результате этого природная среда территории испытывает постоянное антропогенное давление, проявляющееся в изменении почвенно-грунтовых условий, нарушении естественного водообмена и трансформации гидрогеологического режима.



Рис. 1 Карта географического расположения промышленной зоны Сергели

Географически район расположен в пределах Ташкентского оазиса — крупной природно-территориальной системы межгорного типа, сформированной в результате длительного взаимодействия тектонических процессов и аккумуляции рыхлых отложений. Оазис приурочен к предгорьям западной части Тянь-Шаня и представляет собой обширную равнинную территорию, постепенно понижающуюся в сторону долины реки Чирчик.

Рельеф района преимущественно слабоволнистый, с незначительными уклонами поверхности, что способствует развитию поверхностного и подземного стока в направлении основных дренирующих систем. Современный рельеф сформирован преимущественно аллювиально-пролювиальными отложениями, накопление которых происходило в условиях выноса материала с предгорных территорий временными водотоками. Эти процессы обусловили формирование неоднородной литологической структуры грунтов, что оказывает существенное влияние на фильтрационные и миграционные свойства подземных вод.

Климат района города Ташкента относится к резко континентальному типу с выраженной сезонной контрастностью. Он характеризуется продолжительным жарким и сухим летом, а также относительно короткой, умеренно холодной зимой с неустойчивым снежным покровом. Такие климатические условия оказывают значительное влияние на формирование гидрогеологического режима территории и процессы питания подземных вод.

Для характеристики климатических особенностей использованы многолетние данные наблюдений Ташкентской метеорологической станции, расположенной в центральной части города и являющейся репрезентативной для данного региона.

Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет около 421 мм, при этом их распределение по сезонам является крайне неравномерным. Основная часть осадков выпадает в зимне-весенний период, что связано с особенностями атмосферной циркуляции и влиянием западных воздушных масс. Летний период, напротив, характеризуется дефицитом влаги и высокой испаряемостью, что приводит к снижению естественного питания подземных вод.

Температурный режим отличается значительными сезонными колебаниями. Средняя температура воздуха в летние месяцы варьирует от +25,1 °C до +27,8 °C, в то время как в зимний период изменяется от -0,4 °C до +3,1 °C. Такие перепады температур оказывают влияние на физико-механические свойства грунтов и процессы их сезонного изменения.

Глубина сезонного промерзания почвы составляет 0,4–0,5 м, что необходимо учитывать при инженерно-геологических и гидрогеологических расчетах. Ветровой режим характеризуется преобладанием восточных и северо-восточных направлений в зимний период и северных, северо-западных направлений в летний период. Среднегодовая скорость ветра составляет 1,5–2 м/с, что указывает на умеренную интенсивность воздушных потоков.

Влажность воздуха подвержена значительным колебаниям как в суточном, так и в годовом цикле. Максимальные значения относительной влажности наблюдаются в зимние месяцы (декабрь–февраль) и достигают 72–73%, тогда как минимальные значения фиксируются в летний период (июль–август) и составляют 39–43%. Подобная динамика влажности оказывает существенное влияние на процессы испарения, конденсации и влагообмена в верхних горизонтах грунтов.

Территория города Ташкента расположена в пределах аллювиально-террасовой равнины реки Чирчик, сформированной в результате длительного геологического развития региона. Рельеф территории отличается сложной террасированной структурой, отражающей этапы врезания и аккумуляции речных систем в четвертичный период.

Северо-западная часть города располагается на третьей и четвёртой надпойменных террасах. Данные территории характеризуются слабовсхолмленным рельефом с общим уклоном поверхности 0,005–0,008, направленным в сторону юго-запада. Абсолютные отметки поверхности постепенно снижаются от 515 до 420 м, что отражает общий наклон территории в сторону основной дренирующей системы региона.

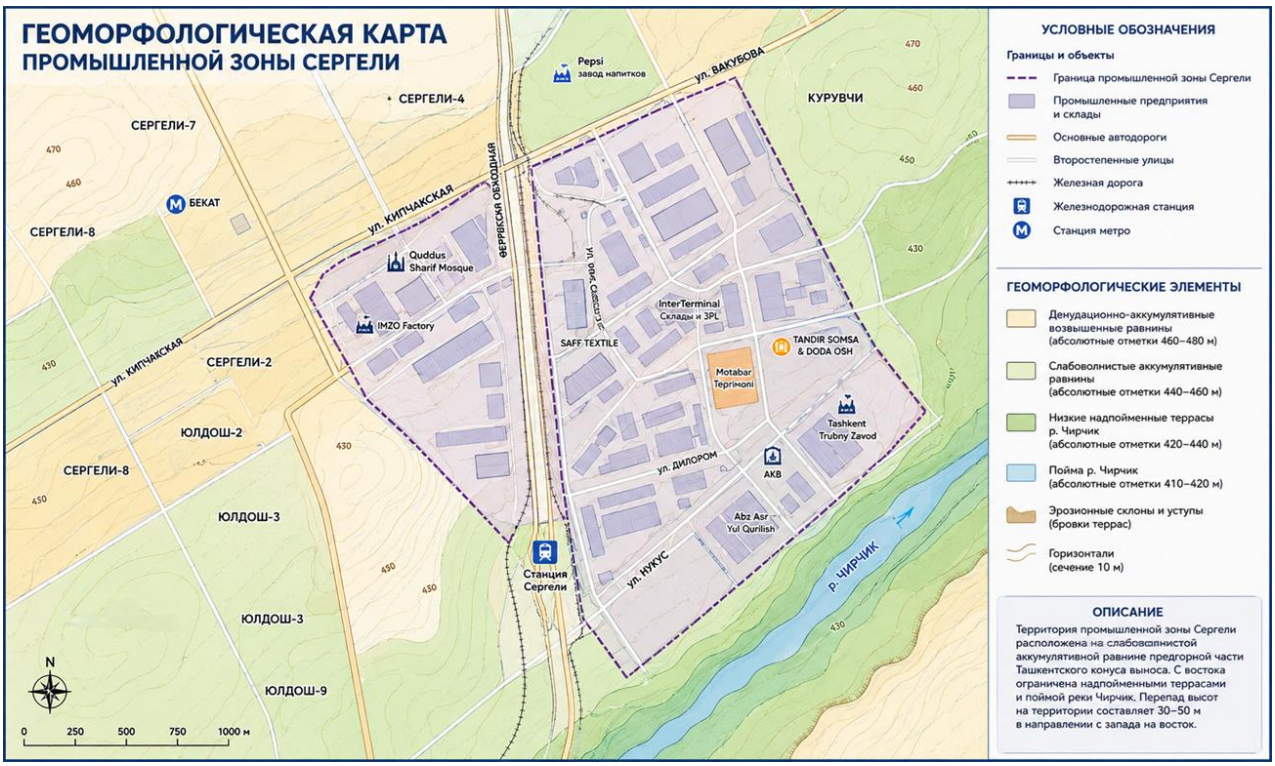


Рис. 2 Геоморфологическая карта промышленной зоны Сергели

Юго-западная часть города приурочена ко второй и первой надпойменным террасам реки Чирчик. Эти геоморфологические уровни отличаются более молодым возрастом и практически выровненной поверхностью с общим уклоном около 0,0018. Абсолютные отметки поверхности здесь изменяются в пределах от 410 до 470 м. Террасы прослеживаются в виде широкой полосы вдоль русла реки Чирчик шириной 4–7 км.

Современный рельеф существенно осложнён наличием древних оросительных каналов (Бозсу, Каракамыш, Калькауз, Салар, Карасу, Нейман), которые врезаны в поверхность террас на глубину до 40 м. Эти формы рельефа имеют обрывистые берега и часто расчленены боковыми овражными системами, что свидетельствует о длительном воздействии как природных, так и антропогенных факторов.

Дополнительно поверхность террас осложнена как естественными, так и искусственными возвышенностями высотой до 10–12 м. Их формирование связано с хозяйственной деятельностью человека, строительством инфраструктуры, а также локальными процессами аккумуляции грунтов. Всё это создаёт сложную морфологическую структуру территории, оказывающую влияние на перераспределение поверхностного стока и инфильтрацию атмосферных осадков.

Гидрогеологическое строение района исследований в пределах долины реки Чирчик отличается значительной сложностью и многоярусностью водоносных горизонтов и комплексов, сформированных в четвертичных и неогеновых отложениях. Согласно гидрогеологическим исследованиям и материалам Приташкентской серии листов (1971 г.), в пределах территории выделяется несколько основных водоносных горизонтов и комплексов.

Наиболее значимым является водоносный горизонт верхнечетвертичных–современных аллювиальных отложений (a QIII–IV), приуроченный к пойме и надпойменным террасам. Он сложен галечниками с песчано-гравийным заполнителем и характеризуется высокой водообильностью, значительной фильтрационной способностью и относительно хорошим

качеством подземных вод. Данный горизонт является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения в пределах региона.

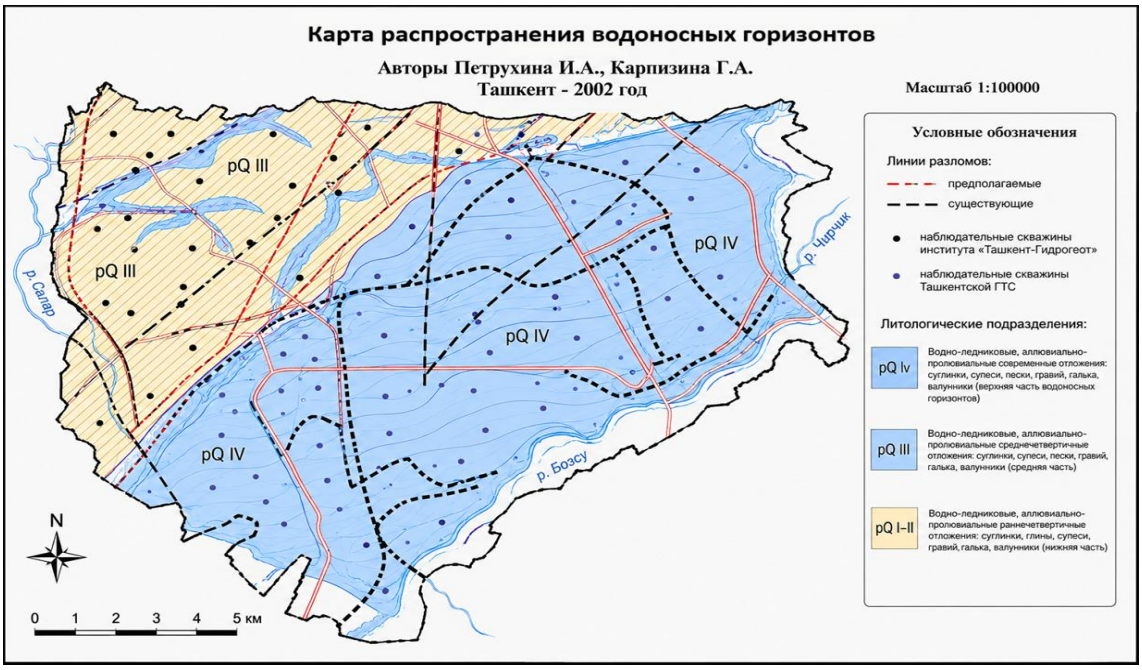


Рис. 3 Карта распространения водоносных горизонтов

Широкое распространение также имеет водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных пролювиальных отложений (р QII–III), приуроченный к днищам суходолов и предгорным понижениям. Он отличается неравномерной водообильностью и повышенной минерализацией подземных вод.

Важное значение имеют также водоносные горизонты среднечетвертичных аллювиальных отложений палеочирчика (a QII), а также водоносные комплексы нерасчленённых аллювиально-пролювиальных отложений (ar Q), которые локально содержат пресные воды, однако имеют ограниченное распространение.

Неогеновые водоносные комплексы (N1–N2) и их спорадически водоносные разности характеризуются низкой водообильностью и, как правило, повышенной минерализацией, что ограничивает их хозяйственное использование.

Глубина залегания уровня грунтовых вод в пределах района исследований существенно варьирует в зависимости от геоморфологических условий, литологического состава и степени антропогенного воздействия.

В пределах современной аллювиальной равнины долины реки Чирчик уровень грунтовых вод залегает на глубине от 0,5–2 м в пониженных участках (пойма и зоны выклинивания) до 10–25 м на надпойменных террасах и краевых частях долины. Наиболее типичные глубины составляют 2–5 м, что свидетельствует о близком положении водоносного горизонта к поверхности.

В пролювиальных и делювиальных отложениях предгорной зоны глубина залегания грунтовых вод увеличивается и достигает 20–35 м, а на водоразделах может быть ещё больше.

Для аллювиальных отложений палеочирчика характерны глубины залегания подземных вод в пределах 10–30 м, при этом в ряде случаев наблюдается наличие напорных водоносных горизонтов на глубинах 90–300 м.

Общей закономерностью является уменьшение глубины залегания грунтовых вод в направлении к руслу реки и пойменным участкам, что связано с дренирующим влиянием речной сети и ирригационных систем.

Формирование и режим подземных вод в районе исследований определяется сочетанием природных и антропогенных факторов. Основными источниками питания являются инфильтрация поверхностных вод, атмосферных осадков, а также значительный приток ирригационных вод, поступающих через оросительные системы.

Наиболее важным фактором питания является инфильтрация оросительных вод с сельскохозяйственных полей и каналов, что обуславливает ирригационный тип режима подземных вод. Дополнительное питание осуществляется за счёт атмосферных осадков, однако их роль ограничена из-за высокой испаряемости и слабой водопроницаемости поверхностных отложений.

В пределах урбанизированных территорий, включая Сергелийскую промышленную зону Сергелийский район, значительное влияние на питание и качество подземных вод оказывает хозяйственная деятельность человека, включая утечки из водопроводных и канализационных сетей, а также промышленные сбросы.

Разгрузка подземных вод осуществляется несколькими путями: подземным стоком в сторону пониженных участков рельефа и русла реки Чирчик, поступлением в дренажные и коллекторные системы, а также испарением и транспирацией растительностью на участках с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Сезонный режим уровня подземных вод носит ярко выраженный ирригационный характер: подъём уровня наблюдается в весенне-летний период в связи с началом поливного сезона, а понижение — в осенне-зимний период при сокращении водоподачи.

Таким образом, гидрогеологический режим района тесно связан с хозяйственной деятельностью человека, что требует учёта антропогенных факторов при оценке экологического состояния подземных вод и их эксплуатации.

Гидрогеологический изученность района исследований Первые гидрогеологические исследования по территории г. Ташкента и его окрестностей были начаты с 1908 года созданным в то время в Туркестане Отделом земельных улучшений (ОЗУ). В материалах ОЗУ имеются сведения о глубине залегания, изменениях уровня грунтовых вод в колодцах и их вкусовых качествах.

В 1923 году с целью изыскания для города источников питьевого водоснабжения проведены гидрогеологические работы Е.В.Ивановым.

В 1926-1927 г.г. Г.И.Архангельским проведены детальные исследования геологических и гидрогеологических условий старой части г. Ташкента в связи с проявившемся здесь заболачиванием на больших площадях. При этом были изучены «культурные» слои, развитые на территории города.

В 1935 году М.Т.Бурак, Д.Е.Гордон и А.Н.Панкратов провели гидрогеологические исследования долины р. Чирчик на площади около 140 км2 с целью поисков подземных вод и выбора участка водозабора для водоснабжения города Ташкента.

В 1936 г. И.А.Анабаевым составлен гидрогеологический очерк г. Ташкента со схематической картой глубин залегания уровня грунтовых вод масштаба 1:40000.

В 1936 г. А.А.Бродский дал заключение о возможности водоснабжения г.Ташкента за счет подземных вод с краткой характеристикой гидрогеологических явлений (разломов, суффозии, оврагообразования, оползни, заболачивания и др.) по каналам Бозсу, Салар, Кальхауз, Бурджар,

Анхор, Чорсу, Зах и Каракамыш, указывает причины, вызывающие их и некоторые рекомендации по борьбе с ними.

В 1955-1957 г.г. долина р. Чирчик исследуется институтом «Средаз-гипроводхлопок» с целью решения вопросов водоснабжения г. Ташкента. В результате К.Я.Опрышко составлены обобщающие отчеты. К 1960 году в долине изучены условия залегания грунтовых вод, режим (на отдельных участках), фильтрационные свойства галечников.

В 1959-1960 г.г. территория города была покрыта гидрогеологической съемкой масштаба 1:100000, проведенной в Приташкентском районе (листы К-42-91 и К-42-103) А.В.Пахомовой, Л.В.Сафроновым и А.В.Гребенниковым.

С 1962 года верхняя часть Чирчикской долины исследуется Голодностепской гидрогеологической экспедицией Узбекского гидрогеологического треста. Проводятся съемки масштаба 1:50000. впервые разрабатывается гидрогеологическая легенда в соответствии требования ВСЕГИНГЕО (Майская ГГП, Среднечирчикская ГГП, 1963-64 г.г.) съемки выполняют Ю.С.Ковалевым, Р.С.Субботин, В.С.Фоменко, кроме того, за период 1962-1967 г.г. Голодностепская ГГЭ разведает отдельные участки верхней части долины для решения вопросов водоснабжения г.Газалкента, г.Чирчика, УзКТЖМ, г.Ташкента. Исполнителями исследований являются Гафуров Э.В., Дрейман Р.Я., Кандаурова Л.Д., Саакян М.М., Саакян Э.Г., Сладкова Л.В. Субботин Р.С. Руководство работами осуществляют главные геологи Голодностепской ГГЭ Н.Н.Романов (1962-1964 г.г.), Г.Д.Антонова (1964-1965 г.г.), В.П.Волков (1965-1967 г.г.).

В течение 1962-63 г.г. в долине проведен большой комплекс гидрометрических работ по изучению баланса поверхностных водотоков.

В 1965-67 г.г. проводилась детальная разведка на Кибрайском участке долины р. Чирчик с целью подсчета эксплуатационных запасов грунтовых вод для обоснования водоснабжения г. Ташкента. Исполнителями являются Ковалев Ю.С., Пономарев В.Н., Саакян М.М. Руководство работами осуществляется главным геологом Волковым В.П.

Примерно в это же время (1960-1965 г.г.) началось строительство водозабора «Южный» для целей водоснабжения нового жилого массива Чиланзар без проведения специальных исследований.

В 1966 году после землетрясения в г. Ташкенте был построен город-спутник Сергели в связи с чем возникла необходимость в водоснабжении и этого города. Таким образом возник водозабор «Сергели» также без проведения специальных исследований.

Начиная с 1969 года, Научно-производственным объединением «Узбекгидрогеология» по договору с ГлавАПУ «Ташгорисполком» проводятся планомерные комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на отдельных участках г. Ташкента масштаба 1:10000.

В 1969-1974 г.г. были проведены детальные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на участках «Север-I», «Северо-запад-3» и «Чорсу» в масштабе 1:10000. В результате проведенных исследований составлены карты: гидрогеологическая, инженерно-геологическая, геолого-геоморфологическая, инженерно-геологического районирования, прогноз гидрогеологических и инженерно-геологических условий. Авторы этих работ Л.В.Климова, Х.М.Миррасулева, Г.А.Гафуров, И.А.Гусев, Г.Г.Каримов и др.

В 1975-77 г.г. были проведены детальные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на участках «Сергели» и «Юго-восточный район» по г. Ташкенту. В 1975-78 г.г. Приташкентская гидрогеологическая экспедиция проводила работы на участках «Центр» и «Северо-восток». Авторы отчета: Власова Т.К., Каримов Г.Г.

В 1974-76 г.г. Погорелым П.Г., Караченцовой Г.Н. и другими (НПО «Узбекгидрогеология») проведена предварительная разведка, и оценка эксплуатационных запасов напорных вод аллювиальных верхнее-плиоценовых-среднечетвертичных отложений в средней части долины р. Чирчик.

В 1965-70 г.г. Ю.С.Ковалевым подготовлена сводная работа (диссертация) о гидрогеологических особенностях Чирчикской долины от г.Газалкента до р.Сырдарьи, где выделены и охарактеризованы все основные водоносные комплексы и горизонты, пригодные для водоснабжения г.Ташкента.

В 1974 г. Л.В.Климовой, П.П.Нагевичем, А.Б.Подругиным была проведена детальная разведка подземных вод и подсчет эксплуатационных запасов для обоснования водоснабжения г.Янгиюля (отчет II-Янгиюльской ГГП за 1973-74 г.г.)

В 1977 г. Мирзаевым С.Ш., Саакян М.М., Кандауровой Л.Д. проведена предварительная оценка запасов подземных вод четвертичных отложений на территории г. Ташкента для их комплексного использования (отчет по объекту № III за 1975-77 г.г.).

В 2009 г. Кононеров Р.М. было проведена разведк с переоценкой эксплуатационных запасов подземных вод Чирчикского месторождения на действующих водозаборных сооружениях «Сергели», «Южный-1», «Южный-2», «Южный-3» (ТашТЭЦ) для хозпитьевого водоснабжения г.Ташкента. (2009-2012 г.г.)

В пределах всей Ташкентской области, начиная с 1932 года, проводит работы Ташкентская гидрогеологическая и инженерно-геологическая партия, основной задачей которой является выяснение региональных закономерностей режима подземных вод и контроль их от истощения и загрязнения. Материалы данной партии использованы при составлении отчета.

Инженерно-геологическая изученность района исследований Инженерно-геологическая изученность района достаточно высокая, что связано с интенсивным промышленным и гражданским строительством, развитием транспортной инфраструктуры, инженерных коммуникаций и производственных объектов. На территории города Ташкента и прилегающих районов в разные годы проводились комплексные инженерно-геологические, гидрогеологические и сейсмологические исследования специализированными организациями.

Территория Сергелийская промышленная зона относится к сейсмически активной зоне. Для района города Ташкента нормативная сейсмичность составляет 8 баллов по шкале MSK-64, что должно учитываться при проектировании зданий и сооружений.

Изученность инженерно-геологических условий подтверждается материалами ранее выполненных изысканий для объектов промышленного и гражданского назначения, архивными данными, а также опубликованными научно-техническими работами по инженерной геологии и гидрогеологии города Ташкента.

Основными неблагоприятными инженерно-геологическими факторами района являются: просадочные свойства лессовидных грунтов, возможное повышение уровня грунтовых вод, сейсмическая активность территории.

техногенное воздействие, связанное с промышленной застройкой и эксплуатацией инженерных сетей.

В изучении инженерно-геологических и гидрогеологических условий Ташкента, включая Сергелийский район и промышленную зону Сергели, работали многие ученые-геологи, гидрогеологи и сейсмологи. Наиболее известные из них:

В.А. Исмаилов исследовал инженерно-геологические условия подземного пространства Ташкента, грунты и особенности строительства в городе.

Н.А.Кенесарин Один из крупнейших специалистов Средней Азии по гидрогеологии и инженерной геологии; в 1960–1968 гг. руководил Институтом гидрогеологии и инженерной геологии в Ташкенте. Изучал грунтовые воды и влияние орошения на геологические условия региона.

Э.М.Ядигаров Занимается вопросами инженерной сейсмологии и микрорайонирования территории Ташкента.

А.З.Умаров представитель современной школы инженерной геологии и геологических исследований Узбекистана, связан с факультетом геологии Национального университета Узбекистана.

Институт гидрогеологии и инженерной геологии — главное научное учреждение, проводившее инженерно-геологические исследования по Ташкенту и промышленным зонам города, включая Сергели. В институте работали десятки специалистов по грунтам, подземным водам и сейсмике.

Геоэкологический изученность района исследований Геоэкологическая изученность района считается достаточно высокой, что связано с интенсивным развитием промышленности, транспортной инфраструктуры, жилой застройки и инженерных коммуникаций. На территории города Ташкента проводились многочисленные исследования состояния атмосферного воздуха, почвенного покрова, подземных вод и геологической среды. Основные работы выполнялись научно-исследовательскими институтами, экологическими службами и специализированными проектно-изыскательскими организациями.

В геоэкологическом отношении территория испытывает значительное антропогенное воздействие.

Основными источниками загрязнения являются: промышленные предприятия, автомобильный транспорт, объекты энергетики и коммунального хозяйства, строительная деятельность, техногенные отходы производства и потребления.

Для района характерно загрязнение верхних слоев почв тяжелыми металлами, нефтепродуктами и пылевыми частицами, особенно вблизи промышленных объектов и транспортных магистралей. Состояние почв и грунтов зависит от интенсивности хозяйственной деятельности и уровня благоустройства территории.

Подземные воды района подвержены техногенному влиянию вследствие инфильтрации сточных вод, утечек из инженерных сетей и промышленного воздействия. В отдельных участках возможно локальное ухудшение гидрохимического состава подземных вод.

Существенным фактором геоэкологического состояния является высокий уровень урбанизации территории. Интенсивная застройка и изменение естественного рельефа привели к трансформации природной геологической среды и изменению естественных условий дренирования.

Территория района также относится к сейсмоактивным зонам, что требует учета инженерно-геологических и экологических рисков при проектировании и эксплуатации объектов.

Исследованием геоэкологических и экологических проблем территории Ташкент занимались многие ученые в области геологии, экологии и гидрогеологии.

Х.А. Абдуллаев Изучал геологическое строение и природные ресурсы региона, внёс большой вклад в развитие геологических исследований Средней Азии.

Т.А. Зиядуллаев Проводил исследования по экологическому состоянию урбанизированных территорий и природопользованию.

Ш.У.Вахидов Занимался вопросами антропогенного воздействия на окружающую среду.

Р.К.Алимов Исследовал водные ресурсы и экологическое состояние водных объектов Ташкентского региона.

А.К.Нигматов Изучал проблемы охраны окружающей среды и устойчивого развития.

Проведённый анализ природных, гидрогеологических и инженерно-геологических условий Сергелийской промышленной зоны города Ташкент показал, что территория характеризуется сложным сочетанием природных факторов и значительным техногенным воздействием.

Район, расположенный в пределах долины реки Чирчик и относящийся к Сергелийскому району, сформирован преимущественно аллювиально-пролювиальными отложениями, которые определяют неоднородность инженерно-геологических условий и высокую изменчивость фильтрационных свойств грунтов.

Гидрогеологический режим территории отличается сложностью и тесной связью с ирригационными системами, атмосферными осадками и техногенными факторами. Основным источником формирования грунтовых вод являются инфильтрационные процессы, включая значительный вклад оросительных и утечек из инженерных коммуникаций.

Установлено, что в условиях интенсивной урбанизации и промышленного развития наблюдаются изменения уровня грунтовых вод, локальное ухудшение их качества, а также усиление геоэкологических рисков, связанных с загрязнением почв и подземных вод.

Таким образом, исследуемая территория требует постоянного мониторинга и учёта природных и техногенных факторов при планировании строительства и эксплуатации промышленных объектов, а также при оценке экологической безопасности региона.

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.
14. Исмаилов В. А. Инженерно-геологические условия подземного пространства г. Ташкента. Ташкент, научные публикации.
15. Кенесарин Н. А. Гидрогеология и инженерная геология Средней Азии. Ташкент, научные труды.
16. Ядигаров Э. М. Инженерная сейсмология и микрорайонирование территории г. Ташкента. Ташкент, научные работы.
17. Абдуллаев Х. А. Геологическое строение и природные ресурсы Узбекистана. Ташкент, научные публикации.