

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(НИУ «БелГУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
Кафедра географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ
СООРУЖЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г.БЕЛГОРОДА**

Диссертация
на соискание академической степени магистра
студента очной формы обучения
направление подготовки 05.04.02 География

2 курса группы 81001012

Писаренко Максима Николаевича

Научный руководитель:
к.г.н., доцент Колмыков С.Н.

Рецензент:
Заведующий кафедрой прикладной
геологии и горного дела НИУ
«БелГУ», д.т.н., профессор
Сергеев С.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1.Общая характеристика г. Белгорода	7
1.1. Административно- территориальное положение	7
1.2. Геологическое строение.....	9
1.3. Геоморфологические особенности.....	11
1.4. Климатические условия	14
1.5. Гидрологические особенности	16
1.6. Почвы, растительность и животный мир	17
1.7. Экологическое состояние территории.....	19
2. Особенности проектирования и строительства подземных сооружений .	22
2.1. Общая характеристика строительства подземных сооружений	22
2.2. Инженерно-геологические условия.....	25
2.3. Гидрогеологические условия	27
2.4. Физико-механические свойства грунтов.....	30
2.5. Проектирование опускных колодцев.....	32
3. Геоэкологическая оценка состояния компонентов окружающей природной среды	42
3.1 Состояние поверхностных и подземных вод.....	42
3.1.1 Повышение уровня подземных вод	42
3.1.2 Понижение уровня подземных вод.....	43
3.1.3. Мероприятия по охране вод.....	46
3.2. Состояние почв.....	48
3.2.1 Почвы и грунты.....	48
3.2.2 Осадка поверхности земли.....	49
3.2.3. Охрана почв	50
3.3 Состояние и охрана атмосферно воздуха	50
3.4. Мероприятия по ликвидации скважин.....	52

3.5. Рекультивация земель	53
Заключение.....	55
Список использованной литературы.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Развитие современных городов связано с ростом населения, резким увеличением транспортных потоков, дефицитом территорий, загрязнением окружающей среды и т.д. Эти проблемы отчасти могут быть решены путем использования подземного пространства для размещения в нем транспортных и инженерных систем, объектов торговли и бытового обслуживания, складов и автостоянок, решения различных вопросов многофункциональности города и других целей. Растущее количество городских подземных сооружений приводит к увеличению риска возникновения различных опасных ситуаций, таких как подземные и поверхностные аварии, катастрофы и т.д. При этом нарушается экологическое равновесие, возникает угроза здоровью, жизни и имуществу людей.

Расширение г. Белгорода предусматривает существенные изменения транспортной сети. Для разгрузки городских дорог и удобства транспортировки жителей города предусматривается строительство подземных транспортных коммуникаций. Разработку "Оценки воздействия на окружающую среду" в составе проектов необходимо рассматривать как единый процесс последовательной детализации и уточнения количественной и качественной оценки влияния проектного решения на качество окружающей среды.

Целью магистерской диссертации является оценка геоэкологических особенностей изменения компонентов окружающей природной среды при строительстве подземных транспортных коммуникаций на примере г. Белгорода.

Достижение поставленной цели предполагает решение ряда **задач**:

1. Анализ теоретических и методологических вопросов проектирования подземных сооружений.
2. Изучение фондовых материалов ранее выполненных инженерно-геологических изысканий при строительстве подземных сооружений г. Белгорода.

3. Покомпонентная оценка воздействия строительства опускных колодцев на состояние окружающей природной среды.

4. Разработка рекомендации по охране почв, вод и рекультивации нарушенных территорий.

Объектом исследования являются площадки для строительства подземных коммуникаций в г. Белгороде.

Предмет - геоэкологический мониторинг для строительства подземных коммуникаций на стадии рабочего проекта.

Методическая база исследования включила научно-поисковый, статистический, картографический, сравнительно-географический методы, экспедиционно-маршрутное обследование площадок для строительства подземных коммуникаций.

Исходными материалами для магистерской диссертации послужили результаты инженерно-геологических изысканий на площадках г.Белгорода выполненных ООО «Белгородстройизыскания» на стадии разработки проектной документации, фондовые материалы, справочные и нормативные документы, картографический материал разных масштабов.

Научная новизна результатов, полученных в ходе диссертационного исследования, заключается в следующем:

1. Проведено комплексное исследование геоэкологических последствий воздействия строительства подземных сооружений в городской среде.

2. Предложены рекомендации по рекультивации и охране почв и вод для конкретного объекта строительства.

Полученные результаты представляют интерес для ведомств природно-ресурсного блока, проектных организаций при планировании и строительстве подземных сооружений, органов местного самоуправления при принятии управленческих решений по объектам данного вида, экологических служб.

Структура и объем магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и

приложений, общим объемом 59 страниц. Список использованной литературы насчитывает 50 наименований.

В первой главе, носящей обзорный характер, рассматриваются физико-географические особенности г. Белгорода, как модельной территории.

Во второй главе дается оценка инженерно-геологических условий исследуемого района, описывается методика, объемы и условия проведения инженерно-геологических изысканий.

В третьей главе рассматривается воздействие проектируемого объекта на компоненты окружающей природной среды и даются рекомендации по охране почв, вод, атмосферного воздуха, рекультивации территории.

1.Общая характеристика г. Белгорода

1.1. Административно- территориальное положение

Белгород - административный центр Белгородской области (рис. 1.1). Расположен на южной окраине Среднерусской возвышенности, преимущественно на правом берегу реки Северский Донец (правый приток Дона), в 700 км к югу от Москвы, в 40 км от границы с Украиной (рис. 1.2).

Сегодня Белгород - город с развитой инфраструктурой, научный, культурный, экономический и духовный центр Центрально-Чернозёмного района России. Город насчитывает 576 улиц, бульваров и проспектов, общей протяжённостью около 460 км. Также является крупным транспортным узлом России.

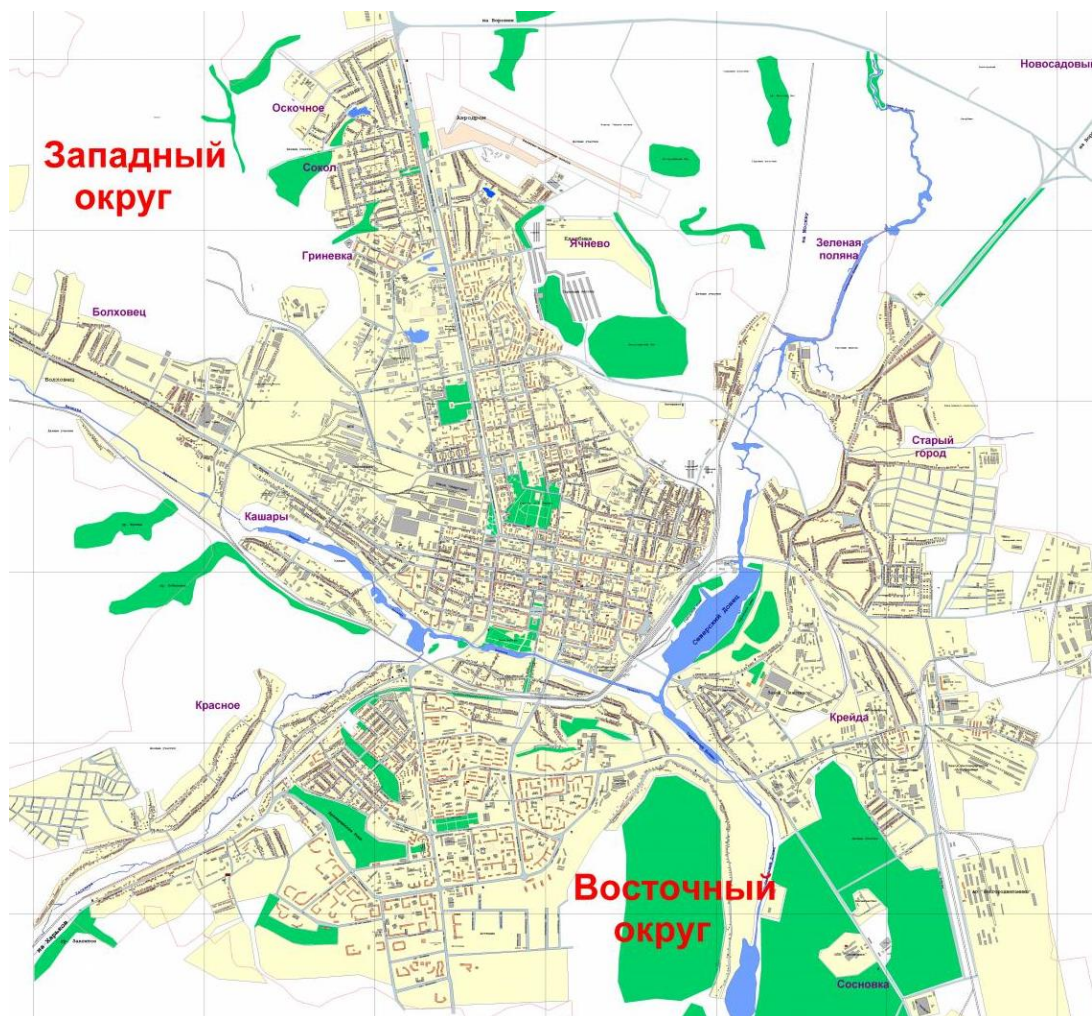


Рис. 1.1. г. Белгород [21]

Белгородская агломерация включает в себя поселки: Северный, Разумное, Дубовое, Стрелецкое, Майский, Таврово и другие близлежащие населённые пункты, общее население агломерации составляет около 600 тысяч человек [21].

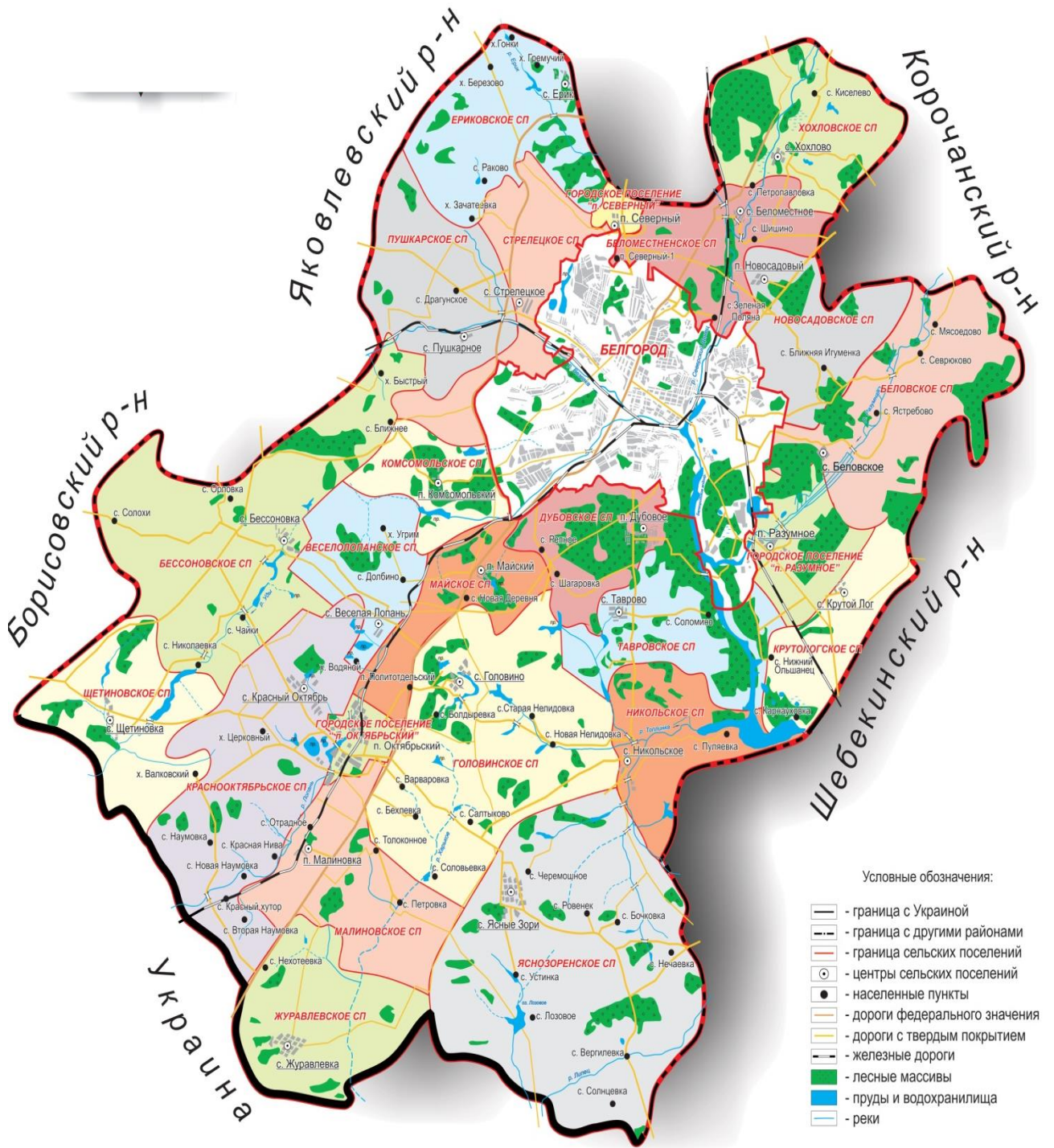


Рис. 1.2 Белгородский район [3]

1.2. Геологическое строение

Геологическое строение территории г. Белгорода формировалось под влиянием Русской платформы - обширного древнего кристаллического массива, служащего фундаментом Восточно-Европейской равнины. Современное геологическое строение г. Белгорода представлено фундаментом из кристаллических пород докембрия, залегающих на абсолютных отметках 400-700 м ниже уровня моря, и толщей осадочных пород каменноугольных, юрских, меловых, палеоген-неогеновых и четвертичных отложений[4].

Отложения докембрия представлены сложнодислоцированными метаморфизованными кристаллическими породами и прорванными интрузиями. Характерными геологическими образованиями докембрийских отложений являются плагиоклазовые граниты, слюдисто-плагиоклазовые и амфиболо-сланцевые плагиоклазовые гнейсы, железистые кварциты, граниты микроклиновые, габбро, диабазы, кварцы слюдистые, амфиболиты и др.

Отложения каменноугольной системы залегают со стратиграфическим несогласием на отложениях нижнего карелия и верхнего архея. Они представлены нижним (визейский и серпуховский ярусы) и средним (башкирский и московский ярусы) отделами. Эти отложения в основном представлены брекчиями, конгломерато-брекчиями, песками, песчаниками, глинами, мергелями и известняками. Мощность каменноугольных отложений составляет от 180 до 220 метров.

Отложения юрской системы несогласно залегают на отложениях каменноугольной системы. Представлены средним (байос-батский и батский ярусы) средне-верхним (батск-келловейский ярусы) и верхним (оксфорд-кимериджский, кимериджский, титонский ярусы) отделами. Характерный вещественный состав геологических образований юрской системы представлен в основном глинами с прослоями песка и известняков, песками, алевролитами и алевролитами. Мощность отложений варьируется в пределах 220-240 метров.

Меловые отложения залегают со стратиграфическим несогласием на отложениях юрской системы. Представлены нижним (берриасский, готериво-баремский, аптский и альб-сеноманский ярусы) и верхним (альб-сеноманский, туронский, коньяк-сантонский, сантонский, компанский, маастрихтский и кампанский-маастрихтский ярусы) отелами. В отложениях этой системы преобладают мела белые писчие, мергели мелоподобные и кремнеземистые, ниже в разрезе залегают пески, глины, песчаники. Мощность отложений меловой системы составляет 250-270 метров. Отложения обнажены в долине реки Северский Донец.

Отложения палеогеновой системы несогласно залегают на отложениях меловой системы. Представлены палеоценом (танетский ярус), эоценом (ипрский, лютетский, бартонский, приабонский ярусы) и олигоценом (рюпельский и хатский ярусы). Вещественный состав геологических образований палеогеновой системы представлен глинами, песками, алевритами. Мощность отложений от 0 до 70 метров. Отложения палеогеновой системы размыты в долинах рек, они обнажены и имеют максимальную мощность на водоразделах.

Отложения неогеновой системы залегают со стратиграфическим несогласием на палеогеновых отложениях. Представлены миоценом (аквитанский и будригальский ярусы) и миоцен-плиоценом. Отложения неогеновой системы имеют «островное» распространение, сложены песками, супесями, суглинками, глинами и алевритами. Мощность этих отложений непостоянна от 0 до 15 метров.

Непосредственно на отложениях неогеновой системы залегают четвертичные образования. Распространены они практически повсеместно, представлены породами нижнего, среднего и верхнего отделов, а также современными отложениями: на водоразделах и склонах балок глинами и суглинками мощностью до 18 м, по тальвегам балок – суглинками с обломками мела и мергелей мощностью до 23 м, в долине рек – аллювиальными отложениями мощностью до 10 м, сложенными

преимущественно песками, в верхней части перекрытыми суглинками, иногда торфяниками.

В тектоническом отношении территория города лежит в пределах южного крыла Воронежской антеклизы. Основными рельефообразующими породами являются пясчий мел и мергели сантона и турона, образующие многочисленные выходы по крутым склонам речных долин и балок. Поверхности водоразделов сложены песчано-глинистыми отложениями палеогена, прикрытыми элювиально-делювиальными суглинками

1.3. Геоморфологические особенности

Рельеф Белгородского района представляет собой несколько приподнятую равнину (200 м над уровнем моря), по которой проходят юго-западные отроги так называемого Орловско-Курского плато Среднерусской возвышенности. Современный рельеф района формировался в течение многих миллионов лет. В различные геологические периоды поверхность района не была однородной. Некогда она имела вид горных хребтов, затем её сгладили отложения доисторического моря, покрывавшего землю района около 70 миллионов лет назад. На формирование современного рельефа нашего края значительно повлияло четвертичное оледенение. С отступлением ледников образовались долины, ложбины, овраги. Современная поверхность района равнинная, расчленённая многочисленными речными долинами и густой овражно-балочной сетью, носит в целом волнисто-балочный характер либо волнисто-увалистый [3].

Экзогенные геоморфологические процессы на территории района развиты повсеместно. Широкое распространение и высокая интенсивность проявления экзогенных процессов здесь обусловлены, прежде всего, местными особенностями геологического строения, природно-климатическими условиями, положением территории в пределах Среднерусской возвышенности, а также разнообразными техногенными воздействиями на геологическую среду и рельефообразующие процессы.

Из всех выделяемых в настоящее время генетических типов экзогенных геоморфологических процессов и явлений на данной территории наиболее широко распространены следующие: эрозионные, оползневые, карстовые, суффозионные, эоловые, абразионные, техногенные.

Белгородский район характеризуется глубоко - и густорасчлененным долинно-балочным рельефом. Вследствие длительных денудационных процессов поверхности водоразделы приобрели останцовый характер и имеют вид отдельных возвышенностей, разделенных ложбинами и балками.

В геоморфологическом отношении г. Белгород располагается на водоразделе между короткими верховьями притоков Днепра и Дона, в пределах долины р. Северский Донец и ее притоков, поэтому речные долины являются характерными формами рельефа.

Из современных геоморфологических процессов для территории района характерными являются интенсивный смыв и размыв почв и грунтов. Эрозионным процессам сопутствуют аккумулятивные процессы, выражающиеся в форме овражных конусов выноса.

При изучении геоморфологии района можно выделить три группы процессов, оказывающих основное влияние на рельеф: техногенные, эндогенные, экзогенные. Экзогенные процессы, развивающиеся на территории города, в большинстве случаев, становятся опасными, так как представляют угрозу техногенным объектам (зданиям, трассам и т.п.).

Среди опасных экзогенных процессов выделяют: эрозионные, оползневые, карстовые, суффозионные, эоловые, абразионные, техногенные, гравитационные, просадочные процессы, а также процессы подтопления и затопления территории.

Техногенные рельефообразующие процессы связаны либо с прямым и косвенным влиянием человека на рельеф. Вследствие чего некоторые опасные экзогенные процессы можно рассматривать как антропогенные процессы, обусловленные косвенным влиянием человека.

По площади и частоте техногенных воздействий г. Белгород можно отнести к региону с интенсивным и дифференцированным влиянием этих процессов на формирование рельефа. Прямые воздействия человека на рельеф включают искусственное повышение и понижение поверхности. Косвенные воздействия проявились через активизацию природных рельефообразующих процессов - эрозию, карст, оползни, суффозию и др.

На территории района экзогенные процессы в последовательности своего формирования представлены: деллями (потяжинами), ложбинами, промоинами, оврагами, балками и речными долинами. Первые три формы определяют активность плоскостного смыва, а остальные – линейную эрозию. Резкий перепад высот, склоновый тип местности, ливневый характер осадков способствуют широкому развитию эрозионных процессов. Наиболее динамично и активно данный генетический тип ЭГП проявлен в комплексе нерасчлененных покровных отложений и палеогеновом комплексе.

Общая пораженность эрозией Белгородского района составляет 986 км², общая пораженность данного административного района оползнями составляет 167 км², при общей площади района в целом 1627,8 км².

Анализ природно-климатических условий, особенностей распространения инженерно-геологических комплексов, морфометрических показателей рельефа (уклонов земной поверхности и вертикального расчленения земной поверхности), а также видов хозяйственной деятельности и степени антропогенной нагрузки позволяют сделать вывод о том, что Белгородский район принадлежит к территориям с очень высоким геоморфологическим риском.

Таким образом, возникновение неблагоприятных экологических ситуаций может быть вызвано экстремальными проявлениями как отдельных экологически опасных экзогенных процессов, так и совместных. Наряду с этим, возникновение сложной экологической ситуации может быть обусловлено длительным действием экзогенных процессов средней интенсивности. В этом случае конфликтная экологическая ситуация вызвана суммарным результатом

проявления экзогенных процессов. На территории Белгородского района эколого-геоморфологические ситуации различной остроты вызваны, главным образом, развитием эрозионных, оползневых, абразионных и техногенных процессов [5].

1.4. Климатические условия

Климат района умеренно-континентальный с холодным зимним периодом и теплым летним. Среднегодовое количество осадков +6,5°C. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой – 10,1° (минимальная –35°C). Самый теплый - июль со среднемесячной температурой +19,4°C. Абсолютный максимум +38°C.

По количеству осадков район относится к умеренно-увлажненной зоне (рис. 1.3, табл. 1.1). Среднегодовое количество осадков 580-605 мм/год. Распределение их по временам года отличается неравномерностью: максимум осадков выпадает в июне-июле (67-72 мм), минимум – в феврале-марте (36-40 мм). Испарение на описываемой территории составляет 470-480 мм/год.

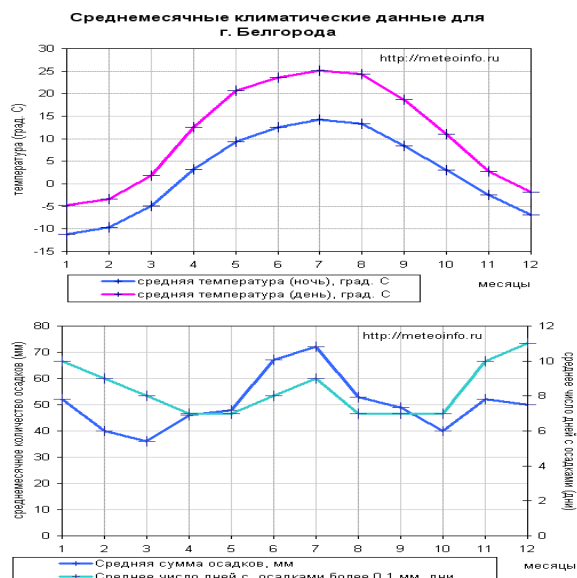


Рис. 1.3. Диаграммы распределения среднемесячных температур и среднемесячного количества осадков в г. Белгороде [34]

Устойчивый снежный покров устанавливается в середине декабря и сохраняется до конца марта [2].

Ветровой режим района характеризуется преобладанием северо-восточных ветров в июне–августе и юго-западных – в декабре-феврале. Среднегодовая скорость ветра 3,2 м/сек (рис. 1.4).

Глубина сезонного промерзания глинистых грунтов составляет 110 см, песчаных – 130 см.

Таблица 1.1

Распределение годовых осадков и температур по месяцам в г. Белгород [34]

Месяц	Средняя температура, (0С)		Средняя сумма осадков	Среднее число дней с осадками более 0.1 мм
	ночь	день		
1	-11.1	-4.8	52	10
2	-9.6	-3.3	40	9
3	-4.9	1.9	36	8
4	3.2	12.6	46	7
5	9.4	20.7	48	7
6	12.6	23.6	67	8
7	14.3	25.1	72	9
8	13.3	24.3	53	7
9	8.4	18.6	49	7
10	3.1	11.0	40	7
11	-2.5	2.7	52	10
12	-6.9	-1.8	50	11

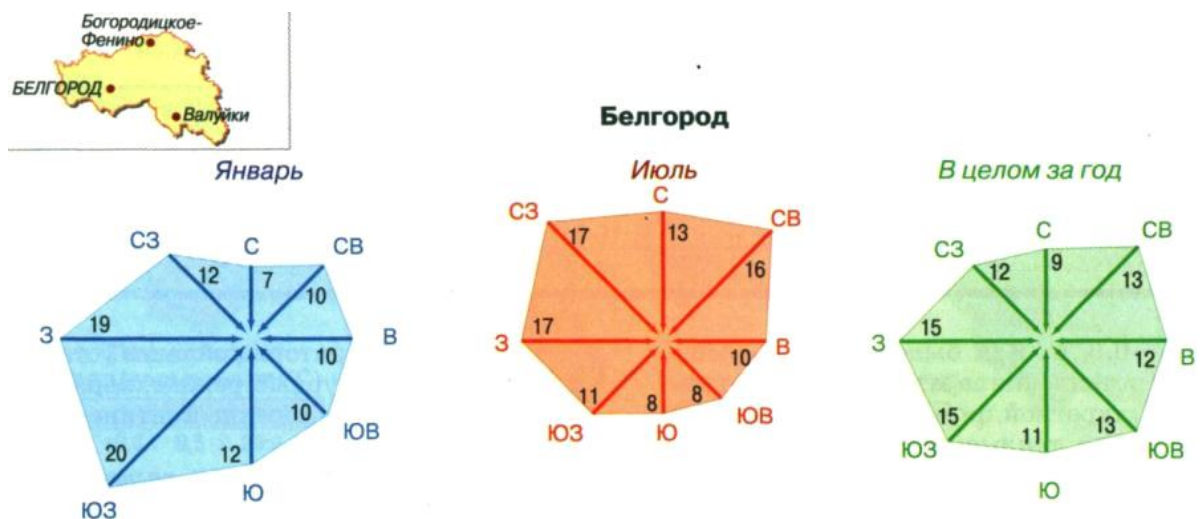


Рис. 1.4. Розы ветров по г. Белгороду [34]

1.5. Гидрологические особенности

Территория Белгородской области относится к бассейнам двух морей: Чёрного (западная часть области) и Азовского (центральная и восточная часть области)[1].

Область относится к числу маловодных. Это связано не только с количеством осадков, но и с рельефом области. Она расположена в пределах водораздельной части среднерусской возвышенности, поэтому практически все протекающие здесь реки начинаются в пределах области. В качестве исключения из этого правила обычно называют две реки - Оскол и Убля, начинающиеся в Курской области. Но есть и некоторые другие, более мелкие реки, начинающиеся за пределами области. Это приток Ворсклы Грайворонка, начинающаяся в Харьковской области. Также несколько притоков реки Илек начинаются в Сумской области.

Реками, озёрами, болотами занято около 1 % её территории. Здесь протекает более 480 малых рек и ручьёв. Наиболее крупные из них на северо-западе - Северский Донец, Ворскла, Ворсклица, Псёл, в восточных районах - Оскол, Тихая Сосна, Чёрная Калитва, Валуй [23]. На территории Белгородского района протекает река Северский Донец с притоками; Липовый Донец, Везелка, Разуменка, Уды (с притоками Лопань, Харьков).

Все реки района - типично равнинные водостоки, мелководные, имеют медленное и спокойное течение и отличаются только извилистостью, образуя на своем пути много крутых поворотов и излучин. Питание рек осуществляется за счет снеговых, дождевых и грунтовых вод.

Северский Донец - самый крупный приток Дона. Это основная река области и района. На территории района он проходит на протяжении около 25 километров. Везелка - правый приток Северского Донца впадает в него на 62-м км от истока. Длина речки 26 километров000 км.

Везёлка - река в Белгородской области. Является правым притоком реки Северский Донец и протекает по центральной части города Белгород.

Имеет притоки: Искринка (левый приток, впадает возле села Стрелецкое) и Гостёнка(правый приток, впадает на окраине Белгорода).

На территории района болота занимают небольшую площадь. Располагаются они преимущественно по пониженным днищам речных долин, в местах выходов ключей, у подножья склонов и пойменных озер.

1.6. Почвы, растительность и животный мир

Почвы района отличаются большим естественным плодородием. Преобладают чернозёмы. Они являются результатом степного типа почвообразования. Особенно благоприятствуют образованию чернозёма лёсс, лёссовидные суглинки. Почвенный покров района представлен чернозёмами и тёмно-серыми лесными почвами склонов балок.

Главным природным богатством нашей области является плодородная земля. Все земельные угодья области составляют 2713,4 тыс. гектаров. Площадь сельскохозяйственных угодий на душу населения составляет 1,43 гектара, в том числе пашни – 1,1 гектара. Значительная часть угодий (более 70%) – это черноземы. Наибольший удельный вес в посевах занимают зерновые и кормовые культуры, соответственно 47,9% и 32,0% от общей посевной площади, 14,6% засеваются техническими культурами, 5,5% – картофелем и овощебахчевыми культурами [2].

Природной особенностью растительного покрова Белгородской области является островное распространение широколиственных лесов, дубрав и участков степной растительности. Пойменные и пологие левобережные участки речных долин заняты лугами и искусственными посадками сосен.

Почвы района отличаются большим естественным плодородием. Преобладают чернозёмы. Они являются результатом степного типа почвообразования.

Степной травостой, отмирающий в наземной и подземной частях, дает много органического вещества, необходимого для образования гумуса. Особенно благоприятствуют образованию чернозема лёсс, лёссовидные

суглинки. Черноземы обладают прочной крупчатой или зернистой структурой. Почвенный покров района представлен выщелочными и типичными черноземами, темно-серыми лесными почвами склонов балок.

Растительность - один из основных компонентов природных комплексов, который определяет внешний облик территории. Растительность Белгородского района разнообразна и богата. Растительность Белгородчины главным образом лесостепная и только на крайнем юге-востоке области - степная.

Широколиственные леса. Леса представлены в основном широколиственными породами. Обширные дубравы расположены на междуречьях Северского Донца и Кореня, Оскола и Валуя, Тихой Сосны и Потудани.

Мелколиственные леса представлены берёзой и осиной.

Хвойные леса. В южных и восточных районах области встречаются островки вымирающих хвойных естественных лесов. Они разделяются на песчаные и меловые сосновые боры. Песчаные боры - явление редкое.

Сосновые леса искусственного происхождения растут по левобережью рек Северского Донца, Оскола.

Травянистая растительность. В лесостепной части представлена разнотравно-луговой, а в степной - разнотравно-ковыльными степями.

Луговая растительность. Луга являются вторичными растительными сообществами, возникающими на месте сведенных лесов. В пределах области встречаются луга пойменные, приуроченные к днищам речных долин и балок, и внепойменные (суходолы), занимающие водоразделы и склоны балок.

Водная растительность. Разнообразие водной и околоводной растительности определяется наличием на территории области различных типов водоёмов - рек, пойменных и водораздельных озёр, болот, искусственных прудов [2].

Болотная растительность. В основном на территории области распространены низинные болота. По ботаническому составу они представлены тремя основными типами: тростниково-камышовыми, осоковыми, гипновыми.

Растительность песков - песчаных берегов рек и пойменных озёр образуют растения - псаммофиты (растения подвижных песков).

Естественный травянистый покров сохранился на овражно-балочных системах. Видовой состав травостоя, степень покрытия и его состояние находится в прямой зависимости от почвенного покрова, экспозиции склонов и характера использования земельных угодий.

1.7. Экологическое состояние территории

Экологические проблемы, характерные для г. Белгорода, обусловлены усиливающимся загрязнением атмосферного воздуха, водных объектов, почв, флоры и фауны, естественных биогеоценозов. Состояние окружающей среды определяется также природно-климатическими условиями, особенностями структуры хозяйства и размещения производительных сил, интенсивностью и способами использования природных ресурсов, эффективностью природоохранной работы[5].

Основными источниками загрязнения г. Белгорода являются предприятия машиностроения, цементной, медицинской, пищевой энергетической, промышленности и производство стройматериалов.

Основными источниками загрязнения Белгородской области являются предприятия химической, металлургической, сельскохозяйственной, биологической, сахарной промышленности, а также тепличное хозяйство [11].

Состояние атмосферного воздуха. В городе насчитывается 2225 стационарных источников выбросов, из которых 1948 (87,5%) – организованные. Контроль загрязнения атмосферы осуществляется на четырех стационарных постах наблюдения и проводится по двенадцати ингредиентам: взвешенные вещества (пыль), растворимые сульфаты, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, фенол, аммиак, формальдегид, хлористый водород, бензапирен и серная кислота.

Основными источниками загрязнения атмосферы Белгорода являются ЗАО «Белгородский цемент», ОАО «Стройматериалы», а также

автомобильный и железнодорожный транспорт. Предприятия расположены в основном на западной и восточной окраинах города.

Экстремально высоких значений предельно допустимых концентраций (ПДК) за многолетний период наблюдений по городу не зафиксировано. Газопылеулавливающее оборудование на основных предприятиях областного центра работает с высокой эффективностью. Установленные нормативы ПДВ и ПДК соблюдаются [18].

Состояние поверхностных и подземных вод. Реки, водохранилища и пруды области служат источниками водоснабжения ряда отраслей промышленности (сахарной, химической, биологической, металлургической и др.), а также используются для орошения сельскохозяйственных угодий.

В результате принимаемых мер, направленных на сокращение объемов водопотребления и водоотведения, на строительство водоохраных сооружений и повышение эффективности работы действующих очистных сооружений, состояние водных объектов Белгорода и Белгородской области несколько улучшилось или стабилизировалось. Однако экологическая обстановка на реках остается напряженной, а в ряде случаев наблюдается ухудшение качества воды по некоторым компонентам.

Увеличение содержания нефтепродуктов в р. Северский Донец наблюдается, главным образом, в контрольном створе, расположенном в 6 км ниже г. Белгорода. Причинами загрязнения Северского Донца являются отсутствие в южной части Белгорода ливневой канализации и сброс сточных вод с городских очистных сооружений.

Качество воды в реке Везелка не соответствует рыбохозяйственной категории по содержанию фенолов (4 ПДК), цинка (3 ПДК), железа общего (2,7 ПДК), меди (2,5 ПДК), легкоокисляемых органических соединений.

Неудовлетворительное экологическое состояние малых рек области уже сегодня требует осуществления неотложных мер по их охране и рациональному использованию.

Наибольшее воздействие на качество подземных вод оказывают предприятия горнорудной, химической промышленности и агропромышленного комплекса. Их влияние выражается не только в истощении водных ресурсов, но в большей степени в загрязнении водоносных горизонтов.

Карьеры существенно ухудшили водообеспеченность окружающей их территории, нарушили гидрологический баланс. В результате снизилась доля грунтового питания в реках, усилилась фильтрация речных вод в подземные водоносные горизонты, обнаружилось пересыхание колодцев. Значительное влияние на качественный состав подземных вод оказывают хвостохранилища [11].

Состояние почв. Интенсивная эксплуатация почв приводит к постоянному ухудшению их качества. Такое явление получило название "деградация почвы".

На территории Белгорода и Белгородской области наблюдается целый ряд признаков деградации почвы. На сегодняшний день очень острыми проблемами являются эрозия почв, потеря почвами гумуса и уничтожение зернисто-комковатой структуры.

Эрозия почв - это процесс разрушения верхних, наиболее плодородных горизонтов почв и подстилающих пород талыми и дождевыми водами (водная эрозия) или ветром (ветровая эрозия).

Интенсивность эрозионных процессов определяется совокупным влиянием природных (климата, рельефа, почв, подстилающих пород, растительного покрова) и социально-экономических факторов (способы обработки и использование земель, организация территории и др.).

Этим не исчерпывается перечень причин ухудшения почв. Большую опасность представляют загрязнения удобрениями, ядохимикатами, промышленными и бытовыми выбросами в окружающую среду. Часть плодородных земель отчуждается под застройку, свалки, горнодобывающие комплексы

2. Особенности проектирования и строительства подземных сооружений

2.1. Общая характеристика строительства подземных сооружений.

Массовая автомобилизация породила во всех без исключения крупных городах мира проблему размещения автомобилей. Автомобиль нуждается в стационарном гараже вблизи места проживания владельца и временной стоянке вблизи места работы.

Обычно стоянки устраивают под проезжей частью городских улиц, под тротуарами, площадями. Подземные гаражи устраивают одно-, двух- или многоярусными, при этом чаще всего подземный гараж размещается в сочетании с надземными зданиями, подземными инженерно-транспортными сооружениями (рис. 2.1). С нижних этажей многоэтажных зданий автомобили поднимаются на поверхность по наклонному пандусу или с помощью.

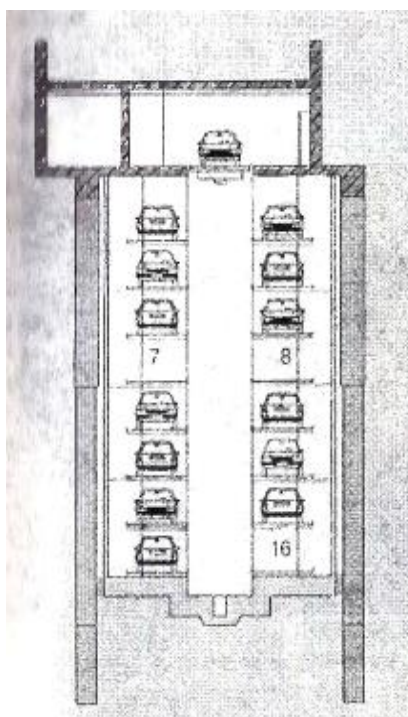


Рис. 2.1. Схема подземного гаража

В городах с численностью населения более 100 тыс. человек, а также в исторически сложившихся центрах городов расчетное число машино-мест в проектируемых подземных стоянках-гаражах для хранения автотранспорта должно составлять не менее 50 % от общей потребности, определяемой в соответствии с (п.6.33 СНиП 2.07.01-89) (25 машино-мест на 1 тыс. жителей). Число машино-мест подземной стоянки-гаража, располагаемой непосредственно под жилым зданием или под прилегающей к нему территорией и предназначенной для обслуживания (временного и постоянного хранения автомобилей) только данного здания, должна соответствовать числу автомобилей жильцов этого дома, их количество определяется по уровню автомобилизации, если иное не предусмотрено градостроительной документацией. Число машино-мест для подземной стоянки-гаража, располагаемой непосредственно под общественным зданием (комплексом) различного назначения или под прилегающей к нему территорией и предназначенной для обслуживания (временного и постоянного хранения автомобилей) только данного здания (комплекса), определяется в технико-экономическом обосновании (ТЭО) строительства объекта с учетом рекомендаций приложения 9 (СНиП 2.07.01-89). Подземные этажи зданий используются как склады магазинов, типографий и т. д. В них могут размещаться коммунальные и культурные учреждения не связанные с длительным пребыванием людей, для которых отсутствие дневного освещения не является существенным фактором: магазины, вечерние рестораны, бани и т.п.

Территория строительства подземного сооружения изображена на рис. 2.2 и 2.3.

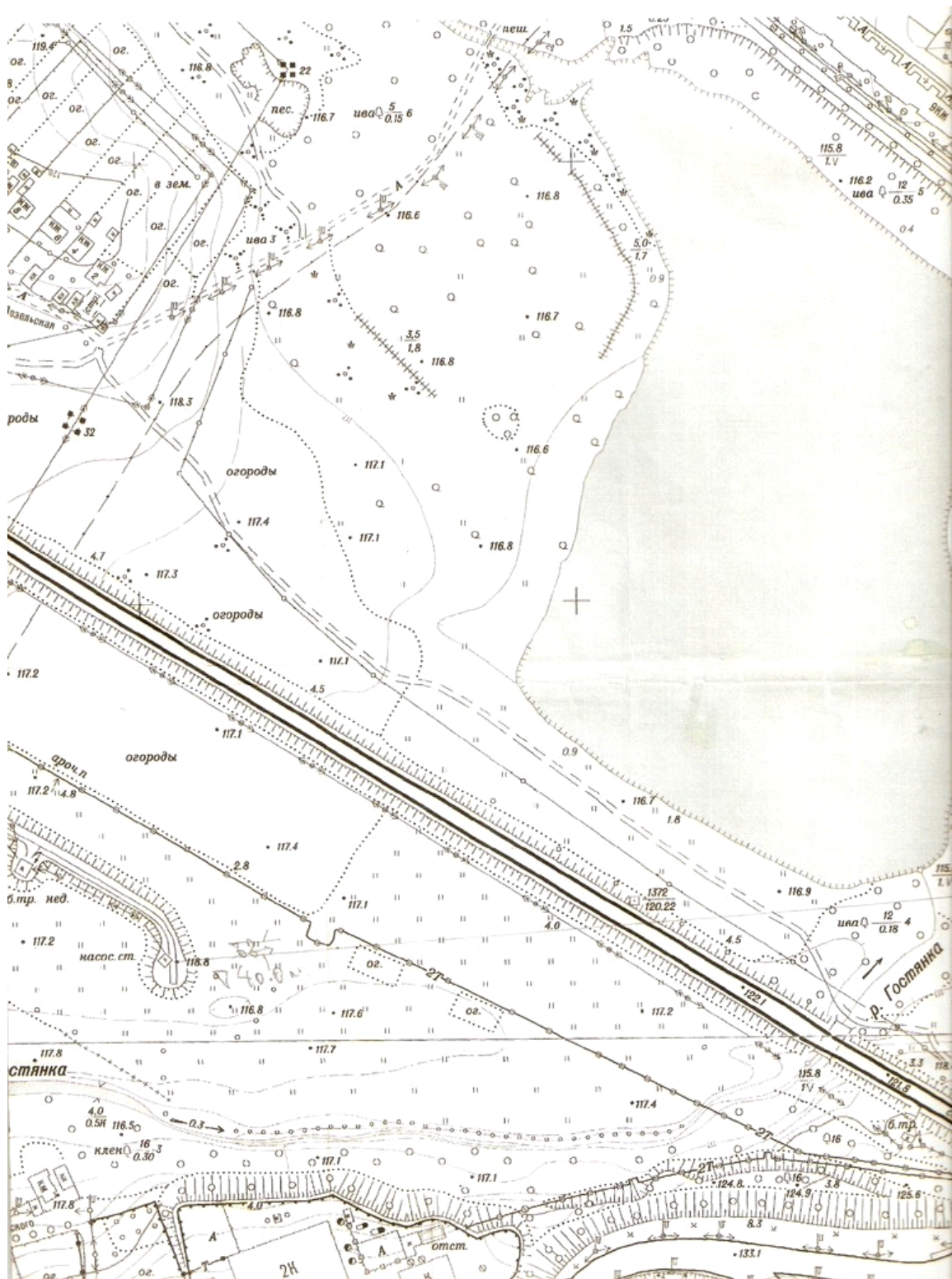


Рис. 2.2. Схема участка строительства.



Рис. 2.3. Космоснимок участка строительства.

2.2. Инженерно-геологические условия

В геологическом строении участка проектируемого строительства принимают участие образования четвертичной (Q) и меловой (K) систем.

В местах проложения коммуникаций и грунтовых дорог с дневной поверхности вскрыты насыпные грунты (*t IV*), представленные неравномерной смесью чернозема, песка, суглинка, строительного мусора. Мощность насыпных грунтов изменяется от 0,5 до 1,7 м.

С дневной поверхности и, местами, под насыпными грунтами вскрыты намывные грунты (*t IV*), представленные неравномерным переслаиванием глины легкой серой и темно-серой с низким содержанием органического вещества и песка средней крупности, мелкого и пылеватого серого и серо-коричневого, мощностью 0,7-4,7 м.

Под намывными грунтами вскрыта современная почва аллювиально-болотного типа (*a IV*), представленная глиной легкой черной с низким

содержанием органического вещества, с включениями неразложившихся растительных остатков. Мощность почвы составляет 0,3-0,8 м.

Ниже залегает толща аллювиальных образований пойменной террасы р. Везелка (*a IV*). Аллювий представлен переслаиванием песков различных оттенков серого цвета средней крупности, мелких и пылеватых, глин легких темно-серых с примесью органических веществ, с низким содержанием органических веществ и среднеторфованных, суглинков тяжелых неоднородных, с примесью органических веществ и прослоями супесей серой и зеленовато-серой окраски. Мощность аллювиальных образований составляет 2,4-8,7 м.

С глубины 6,5-12,6 м залегают образования меловой системы (K_2), представленные мелом белым пясчистым, в кровле выветрелым до глиноподобного состояния (элювий мела), мелом дресвяно-щебенистым и мелом глыбовым средней плотности. Вскрытая мощность меловых образований 12,4-18,5 м. Общая мощность меловых образований составляет более 50 м.

Природные подземные воды вскрыты на глубине 3,1-9,0 м. Водовмещающими грунтами являются аллювиальные образования пойменной террасы и меловые образования. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и гидравлической взаимосвязи с соседними водоносными горизонтами и водами р. Везелка и Гостенка.

Воды безнапорные сульфатно-гидрокарбонатные натрий-кальциевые с общей минерализацией 1,00-1,53 г/дм³. Общая жесткость изменяется от 10,6 до 17,5 мг-экв, рН – 6,65-7,10.

По результатам химического анализа, грунтовые воды как среда, по отношению к бетонам нормальной проницаемости на обычных сортах цемента агрессивными свойствами по содержанию агрессивной углекислоты не обладают, а по отношению к стальным конструкциям – среднеагрессивные, согласно СП 28.13330.2012.

В настоящее время, установившийся уровень грунтовых вод в большинстве выработок ниже уреза воды р. Везелка (отметка уреза на время изысканий $115,0 \pm 0,1$ м), что объясняется влиянием работы III водозабора г. Белгорода, расположенного в пойме р. Гостенка. Радиус влияния водозабора достигает р. Везелка. При условии прекращения его работы, уровень водоносного горизонта может восстановиться в пределах абс. отметок уреза р. Везелка и выше (115,0-116,0 м).

Участок может затапливаться паводковыми водами. Расчетный уровень паводка при 1 % обеспеченности может достигнуть отметки 118,5 м. Согласно СП 11-105-97 (приложение И) участок проектируемого строительства по подтопляемости относится к району I-A.

Коэффициенты фильтрации для расчета дренажа и при строительном водопонижении по данным лабораторных исследований и материалам региональных геологосъемочных работ рекомендуются следующие:

- а) для глины ИГЭ-2, ИГЭ-2а, ИГЭ-2б и ИГЭ-2в – 0,001 м/сут;
- б) для супеси ИГЭ-3 – 0,5-0,6 м/сут;
- в) для суглинка ИГЭ-4 – 0,3-0,4 м/сут;
- г) для песка ИГЭ-5 и 5а - 7 м/сут;
- д) для песка ИГЭ-6 и 6а - 10 м/сут;
- е) для песка ИГЭ-7 -3-4 м/сут.

2.3. Гидрогеологические условия

Подземные воды на участке строительства залегают на глубине 9 м, что соответствует абсолютным отметкам: 109,5-113,0 м в Балтийской системе высот [30].

Данные подземные воды можно разделить на:

- Грунтовые воды аллювиальных четвертичных отложений
- Водоносный горизонт отложений меловой системы.

Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Водовмещающими породами для подземных вод служат отложения

четвертичной системы, представленные песками, суглинками, супесями и глинами, и отложения меловой системы, представленные белым трещиноватым мелом. Относительный водоупор скважинами глубиной до 30 м не вскрыт. В районе строительства уровень грунтовых вод серьезно осложнен работой 3-го водозабора г. Белгорода. На данном водозаборе пройдены скважины глубиной до 150 м, и глубинными насосами вода из скважин подается для водоснабжения города. В районе водозабора уровень грунтовых вод понижен до 50 м, в результате вокруг водозабора сформировалась депрессионная воронка с радиусом влияния 1 – 1,5 км. За пределами этого радиуса влияния грунтовые воды питают реку Везелка, а в районе строительства вода из русла реки Везелка подпитывает грунтовые воды.

В связи с тем, что вода из реки Везелка поступает к водозабору, расход воды в реке при переходе ее к депрессионной воронке больше, чем при выходе ее из района воронки.

Коэффициенты фильтрации пород слагающих участок следующие:

- Аллювиальные отложения четвертичной системы.

А) Суглинки и супеси 0.2 – 0.8 м/сут

Б) Пески 3 – 10 м/сут.

- Отложения меловой системы.

А) Выветренный глиноподобный мел в кровле меловых отложений мощностью до 5 метров.

Б) Щебенистый трещиноватый мел залегающий до глубины 100 м.

3-10 м/сут

Уклон грунтовых вод непосредственно от реки Везелка до водозабора составляет 0,025. Если условно принять глубину потока грунтовых вод в сторону водозабора равной мощности аллювиальных отложений и составляющую 5 м, то расход воды из русла реки Везелка на 1 погонный метр ее длины может составить:

$$Q = F * K * i. (\text{м}^3/\text{сут} * 1\text{м})$$

F – площадь сечения единичного потока грунтовых вод (м^2);

I – гидравлический уклон;

K – среднее значение коэффициента фильтрации аллювиальных грунтов в горизонтальном направлении, определяемый по формуле:

$$K_{cp} = (K_1 * m_1 + K_2 * m_2) / (m_1 + m_2); \text{ (м/сут)}$$

K_1 – среднее значение коэффициента фильтрации песка – 6 м/сут;

m_1 – мощность песка – 2 м;

K_2 – среднее значение коэффициента фильтрации суглинка – 0,4 м/сут;

m_2 – мощность суглинка – 3 м.

$$K_{cp} = (6 * 2 + 0,4 * 3) / (2 + 3) = 2,6 \text{ м/сут}$$

Расход воды из русла реки Везелка на 1 погонный метр берега составит:

$$Q = 5 * 2,6 * 0,025 = 0,325 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Река Везелка пересекает депрессионную воронку на протяжении более 500м, следовательно ежедневно из реки ориентировочно около 150 м³ воды по аллювиальным отложениям поступает к водозабору. Воды реки Везелка загрязнены стоками с животноводческих ферм (аммиак и сульфаты), химическими удобрениями смываемыми с полей и техническими маслами, следовательно вся эта загрязненная вода движется в сторону водозабора. Аллювиальные и меловые отложения для загрязненной воды являются природным фильтром. Длина этого «фильтра» по кратчайшему расстоянию от реки Везелка до водозабора составляет 200 м.

По результатам химического анализа (табл. 2.1), грунтовые воды как среда, по отношению к бетонам нормальной проницаемости на обычных сортах цемента агрессивными свойствами по содержанию агрессивной углекислоты не обладают, а по отношению к стальным конструкциям – среднеагрессивные, согласно (СП 28.13330.2012).

Результат стандартного химического анализа [30].

Пункт отбора пробы: Сква. 4892

Глубина отбора пробы: 7.0 м

Дата отбора пробы: 17.12.2015г.

Дата наала анализа: 17.12.2015г.

рН: 6.8

Компонент содержания в литре	Мг/дм ³	Мг-экв.	Процент – экв.
Катионы:			
Аммоний – ион			
Калий – ион			
Натрий – ион	72,68	3,16	22,96
Магний – ион	29,18	2,40	17,44
Кальций – ион	164,33	8,20	59,60
Железо - закисное			
Железо – окисное			
Сумма катионов:	266,19	13,76	100
Анионы:			
Хлор – ион	39,95	1,13	8,20
Гидрокарбонат	408,70	6,70	48,70
Карбонат – ион			
Сульфат – ион	285,05	5,93	43,10
Нитрат – ион			
Сумма анионов:	733,70	13,76	100
Жесткость общая (мг-экв)		10,60	
Жесткость постоянная (мг-экв)		6,70	
Жесткость карбонатная (мг-экв)			
Агрессивная углекислота CO_2	4,70	0,21	
Свободная углекислота CO_2			

2.4. Физико-механические свойства грунтов

На основании выполненных инженерно-геологических изысканий на участке строительства можно сделать следующие выводы и предложения:

1. Толща грунтов, слагающая участок до глубины 20,2 м, характеризуется неоднородностью состава и состояния и в ее пределах выделяется 13 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) грунта, с учетом ранее проведенных инженерно-геологических изысканий:

ИГЭ-1а – насыпной грунт;

ИГЭ-1 - почва – чернозем песчанистый;

- ИГЭ-2 – песок мелкий рыхлый;
- ИГЭ-2а – песок мелкий средней плотности;
- ИГЭ-2б – песок мелкий плотный;
- ИГЭ-2в – песок пылеватый плотный;
- ИГЭ-3 – суглинок твердый, просадочный;
- ИГЭ-3а – суглинок песчанистый полутвердый, просадочный;
- ИГЭ-4 – супесь твердая;
- ИГЭ-5 – мел переотложенный;
- ИГЭ-5а – мел выветрелый, твердый;
- ИГЭ-6 – мел выветрелый плотный;
- ИГЭ-8а – суглинок песчанистый твердый, плотный.

2. По совокупности природных факторов участок проектируемого строительства, согласно СП 11.105-97, соответствует III-й, т.е. сложной категории сложности инженерно-геологических условий.

3. Суглинки ИГЭ-3 и ИГЭ-3а в условиях замачивания водой при нагрузках обладают просадочными свойствами.

Таблица 2.2.

Относительная просадочность, при различных давлениях, МПа.

ИГЭ-3	ИГЭ-3а
0,05 - 0,003	0,05 - 0,003
0,10 - 0,006	0,10 - 0,006
0,15 - 0,010	0,15 - 0,009
0,20 - 0,014	0,20 - 0,012
0,25 - 0,018	0,25 - 0,015
0,30 - 0,022.	0,30 - 0,018

Начальное просадочное давление, при котором проявляются просадочные свойства суглинка ИГЭ-3 при замачивании составляет 0,15 МПа (1,50 кг/см²), ИГЭ-3а – 0,17 (1,70 кг/см²).

Просадка суглинка от собственного веса будет практически отсутствовать [9].

Тип грунтовых условий по просадочности – 1 (по СНиП 2.02.01-83*).

4. Основные расчетные значения физико-механических свойств грунтов, которыми рекомендуется пользоваться при расчетах оснований фундаментов по деформациям и несущей способности приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Физико-механические свойства грунтов[45].

№№ ИГЭ	Номенклатурный вид грунта	Плотность, т/м ³	Модуль деформации, МПа	Параметры среза	
				Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, °
1а	Насыпной грунт	1,50	-	-	-
1	Почва	1,50	-	-	-
2	Песок мелкий рыхлый	1,55/1,50	-/11	0/0	28/25
2а	Песок мелкий средней плотности	1,68/1,65	-/22	1/0	32/29
2б	Песок мелкий плотный	1,85/1,82	-/35	3/2	36/33
2в	Песок пылеватый плотный	1,90/1,87	-/30	6/4	35/33
3	Суглинок твердый просадочный	1,70/1,70	16/9	16/15	18/17
3а	Суглинок полутвердый просадочный	1,76/1,74	20/12	16/11	20/18
4	Супесь твердая	1,80/1,79	-/16	13/11	22/20
5	Мел переотложенный	1,71/1,68	-/24	28/25	24/22
5а	Мел выветрелый	1,65/1,64	-/23	28/25	23/21
6	Мел выветрелый плотный	1,65/1,63	-/20	25/20	22/19
8а	Суглинок твердый плотный	1,92/1,88	-/25	30/27	22/21

Примечание: значения показателей плотности и прочности приведены при доверительной вероятности $\alpha = 0,85/0,95$, модуля деформации – в числителе при природной влажности, в знаменателе – при полном водонасыщении.

2.5. Проектирование опускных колодцев

Общие сведения. Опускные колодцы представляют собой открытую сверху и снизу полую конструкцию любого очертания в плане, погружаемую, как правило, под действием собственного веса или дополнительной нагрузки по мере разработки грунта внутри ее.

Такие колодцы используются в различных отраслях строительства:

– в гражданском, коммунальном и городском хозяйстве - для фундаментов и подвальных этажей высотных зданий, подземных гаражей, насосных станций водозаборов и станций перекачки, глубокой канализации, хранилищ и других подземных помещений разного назначения;

– в горнорудной промышленности - для подземных частей дробильно-сортировочных и дробильно-обогачительных фабрик, насосных станций свежей и оборотной воды и др. [10].

Как известно, основным расчетным фактором при проектировании опускных колодцев является сопротивление погружению колодцев, возникающее от сил трения грунта по боковой поверхности оболочки. Имеется несколько способов уменьшения сил трения грунта по боковой поверхности оболочек колодца. Так, например, гидроподмыв или обмазка поверхности эпоксидными смолами улучшают условия погружения опускных колодцев и снижают величину трения до 25 %. Разработаны способы принудительного воздействия для преодоления сил трения: дополнительная пригрузка, вдавливание домкратами, применение мощных вибраторов и т.д. Одним из наиболее распространенных и эффективных способов уменьшения сил трения является способ погружения колодцев в тиксотропной рубашке. Преимущество этого способа погружения по сравнению со способом погружения традиционных массивных опускных колодцев заключается в возможности уменьшения собственного веса колодца иногда в 2- 3 раза, что соответственно позволяет сократить объем и стоимость работ, сроки строительства и достичь экономии материалов.

Применение опускных колодцев в качестве заглубленных сооружений, а иногда и глубоких опор может конкурировать в различных гидрогеологических условиях при соответствующем технико-экономическом обосновании с другими вариантами строительства таких сооружений: в открытом котловане с применением водопонижения, шпунтового ограждения,

химического и электрохимического закрепления грунтов стен котлована, способом «стена в грунте», кессоном.

В зависимости от условий, а также с учетом экономической целесообразности колодцы могут погружаться одним из следующих способов:

- без водоотлива (при отсутствии подземных вод или при подводной разработке грунта);
- с открытым водоотливом;
- с водопонижением;
- с устройством противофильтрационной завесы;
- комбинацией приведенных выше способов [29].

Исходные данные для расчета опускаемых колодцев. Нагрузки на свайный фундамент; геометрические характеристики свайного фундамента; тип свай; тип сопряжения головы сваи с ростверком – жесткое сопряжение или свободное опирание; условия опирания нижнего конца сваи – на нескальный грунт, на скалу, заделка в скалу, вид окружающего сваю грунта; значения предельных перемещений головы сваи устанавливаются в задании на проектирование здания или сооружения.

Рассмотрим вариант расчета круглого в плане колодца в геологических условиях поймы реки Везелка (рис. 2.4).

Исходные данные. Внутренний диаметр колодца, исходя из условий размещения оборудования, составляет $D_{вп} = 16$ м. Внутренняя глубина колодца $H_0 = 18$ м. Грунтовые воды в период строительства находятся на глубине 10 м, в период эксплуатации ожидается повышение уровня грунтовых вод до глубины 6 м от поверхности земли. Эксплуатационные нагрузки на колодец (без учета веса конструкций самого колодца) составляет в уровне верха колодца $F_U = 20\ 000$ кН, $F_h = 1900$ кН; $M = 1010$ кН * м. Момент от внешних временных нагрузок на уровне подошвы колодца равен моменту от внешних постоянных нагрузок;

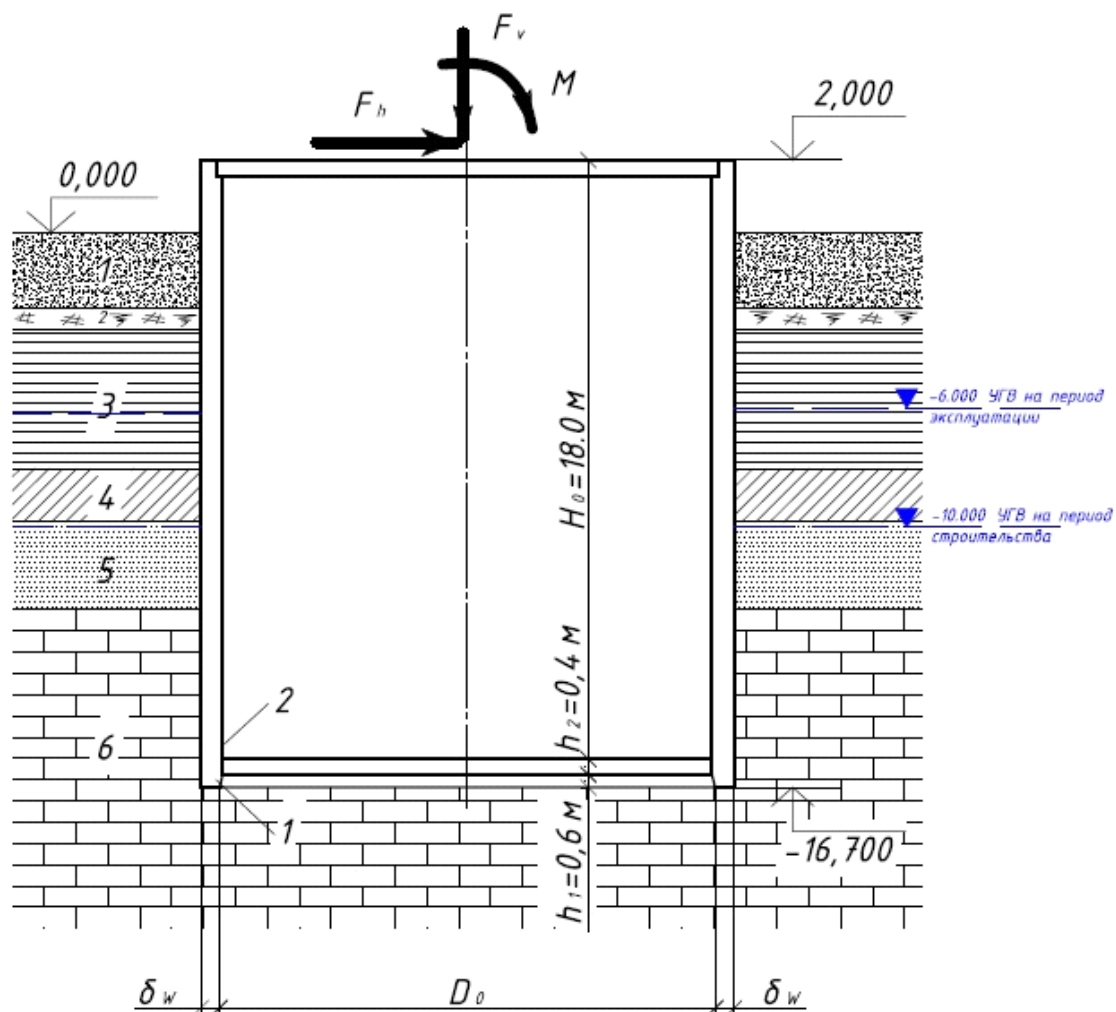


Рис. 2.4. Расчет опускного колодца

$M_c = M_t$. Колодец выполняется монолитным из тяжелого бетона класса В22,5, удельный вес бетона равен 25 кН/м^3 .

Определяем основные размеры колодца. Принимаем колодец облегченной конструкции с толщиной стен $b_w = 0,3 \text{ м}$.

Минимальный внутренний диаметр колодца должен превышать $D_{\text{вн}}$ на величину Δ_1 , определяемую во формуле $\Delta_1 = 0.01 * 18 + 0,2 = 0,38 \text{ м}$, т.е. $D_0 \geq 16,38 \text{ м}$. Согласно унифицированным размерам, с учетом толщины стен принимаем наружный диаметр колодца $D = 18 \text{ м}$ ($D_0 = 17,4 \text{ м}$)

Колодец погружается через толщу грунтов средней плотности, устойчивых против наплыва из-под ножа.

Днище колодца расположено ниже уровня грунтовых вод. Учитывая слабую водоотдачу прорезаемых водонасыщенных грунтов, погружение

колодца осуществляем с открытым водоотливом с разработкой грунта насухо экскаватором, оборудованным обратной лопатой. Грунт на поверхность извлекаем в бадьях краном.

Проверим возможность погружения колодца на проектную отметку. Предварительно вычислим вес стен колодца как произведение объема стен на удельный вес бетона:

$$G_t = \gamma_b N_k = 25 * 18,9 = 7778 \text{ кН}$$

Силы трения T_2 стен колодца по грунту при погружении определяем по формуле, при этом значение f_i принимаем для глубины, соответствующей середине i -го слоя грунта: $f_1 = 33 \text{ кПа}$, $f_2 = 26 \text{ кПа}$, $f_3 = 20 \text{ кПа}$.

Наружный диаметр колодца $u = 3,14 * 18 = 56,6 \text{ м}$. Тогда $T_2 = 0,7 * 56,6 (33 * 5 + 26 * 10 + 20 * 1,7) = 18 153 \text{ кН}$.

Веса колодца для его погружения недостаточно, применим погружение колодца способом задавливания. Сущность данного способа заключается в задавливании в грунт системой гидродомкратов оболочки колодца. Расчетное усилие задавливания:

$$Q_t = T_2 \gamma_{pl} - G_w = 1,1 * 18153 * 1,2 - 0,9 * 7778 = 16961 \text{ кН}.$$

Принимаем для погружения колодца 9 домкратов грузоподъемностью 2000 кН, располагаемых по окружности колодца на одинаковом расстоянии. Погружение колодца осуществляем с опережением режущей кромки ножа поверхности забоя на глубину: в слое песка – 1,5 м, в слоях супеси и суглинка – 0,75 м.

Проверим колодец на всплытие после устройства водозащитной подушки толщиной $h_1 = 0,5 \text{ м}$ и плиты днища толщиной $h_2 = 0,4 \text{ м}$. Вес водозащитной подушки и плиты днища:

$$G_p = \gamma_b(h_1 + h_2) = 25(0,5 + 0,4) = 5348 \text{ кН}$$

Сумма усилий трения при расчете колодца на всплытие:

$$\Sigma T_1 = 0,5T_2 = 0,5 * 18\ 153 = 9076 \text{ кН.}$$

Площадь основания колодца:

$$A_w = 254 \text{ м}^2$$

Расчетное превышение уровня грунтовых вод над основанием водозащитной подушки колодца в период строительства составляет $H_w = 6,7$ м.

Тогда учитывая вес стен колодца $G_w = 7778$ кН, рассчитываем коэффициент запаса от всплытия:

$$= 1,23 > \gamma_{ем} = 1,2$$

Технология опускания колодца. Колодцы опускают в грунт по одной из следующих схем:

- насухо, с открытым водоотливом при разработке грунта в забое, с водопонижением уровня подземных вод
- с выемкой грунта из-под воды (рис. 2.5).

При опускании колодцев по первой схеме для разработки и выемки грунта используют экскаваторы, оборудованные прямой или обратной лопатой (иногда грейфером), бульдозеры и краны с бадьями либо средства гидромеханизации.

По этой схеме производится опускание до уровня грунтовых вод (до 9 м.)

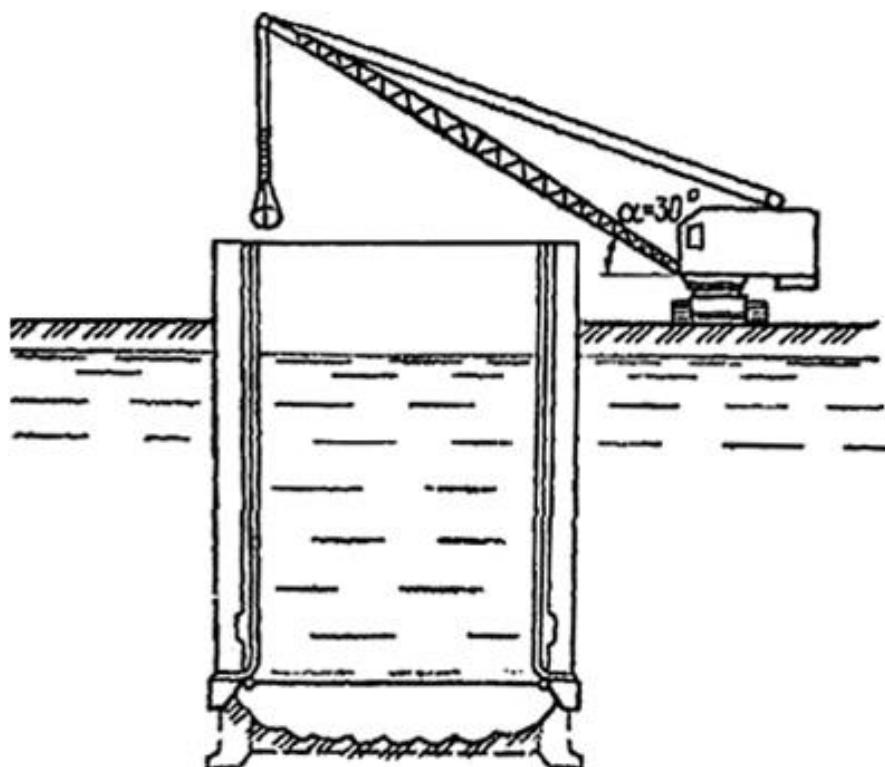


Рис. 2.5. Схема опускания колодца с выемкой грунта из-под воды

При опускании колодца в водонасыщенных грунтах по второй схеме разработку грунта осуществляют преимущественно экскаваторами, оборудованными грейфером. Эту схему применяют при нецелесообразности откачки воды из колодца вследствие большого притока подземных вод или из-за наличия неустойчивых грунтов, грозящих наплывами из-под ножа.

Подводную разработку грунта грейфером не следует применять в грунтах, в которых стенка котлованов у ножа трудно обрушается. К таким грунтам относятся связные грунты и галечники.

Разработка грунта грейфером из-под воды производится равномерно по всей площади колодца - от центра колодца к его краям, при этом поверхность забоя должна иметь уклон от ножа к центру, чтобы грунт под воздействием веса колодца равномерно по контуру выдавливался под банкеткой ножа.

Для правильного опускания колодца необходим непрерывный инструментальный контроль за его положением [40].

Опускание колодцев в скальных грунтах производится с рыхлением пород буровзрывным способом. Рыхление осуществляют по всей площади колодца на глубину предполагаемой «посадки» с погрузкой грунта экскаватором в бадьи и выдачей на поверхность кранами. Разработку скального грунта нужно выполнять не только в пределах контура, но и за контуром наружных граней ножа, образуя пазухи шириной не менее 10 см. Для посадки колодца пазухи под банкеткой ножа подбиваются грунтом. В зонах опирания породы рыхлят путем одновременного взрыва во всех зонах.

Устройство днища. В зависимости от способа опускания колодцев днище может быть выполнено как в виде одной железобетонной плиты (при опускании по первой схеме), так и в виде конструкции, состоящей из железобетонной плиты и бетонной подушки (бетонируемой подводным способом) или дренажной пригрузки (по второй схеме).

При второй схеме опускания колодца для устройства бетонной подушки пользуются методом восходящего раствора (ВР) или методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ).

При бетонировании подушки методом ВР цементный раствор подают по трубам диаметром 50- 200 мм в предварительно засыпанный на дно колодца крупный заполнитель. Трубы закрепляют в постоянном положении до окончания бетонирования. Максимальный радиус распространения цементного раствора от каждой трубы составляет 2,5 м (рис. 2.6, а). При бетонировании подушки методом ВПТ бетонную смесь подают по трубам диаметром 200- 300 мм. По мере бетонирования трубу, заполненную на всю высоту бетонной смесью, постепенно поднимают. Бетонная смесь для этого применяется от сильнопластичной до плотной, чтобы она могла выходить из трубы под действием собственного веса.

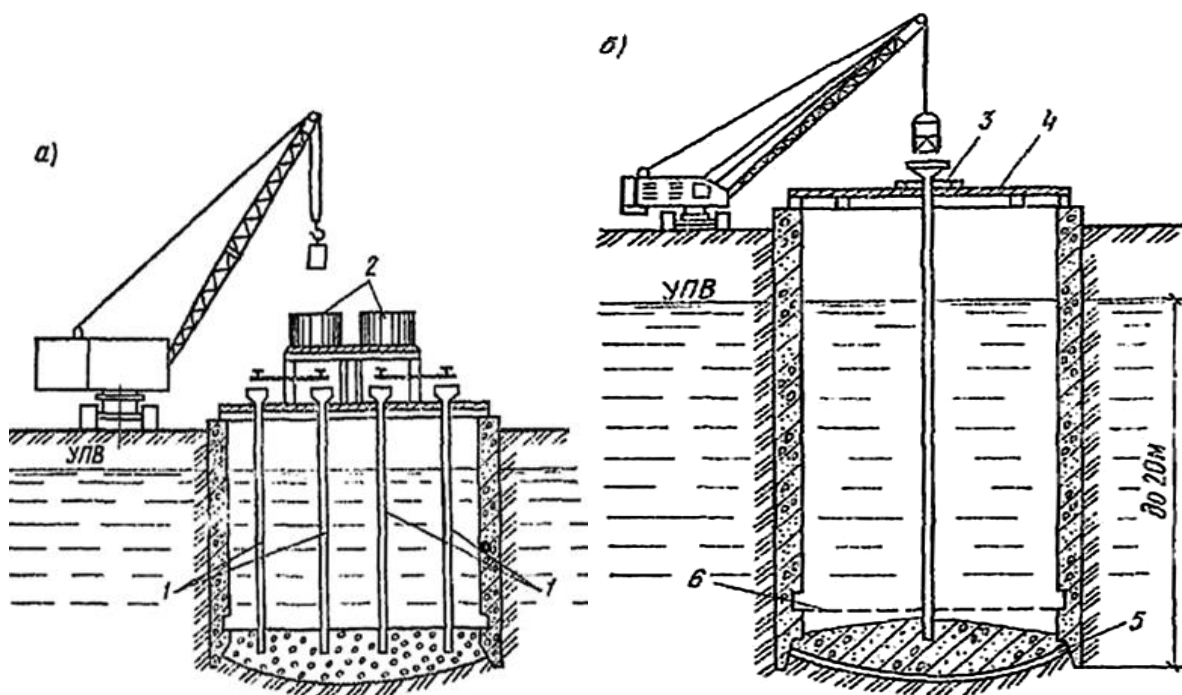


Рис. 2.6. Подводное бетонирование подушки колодца

а - методом восходящего раствора ВР; *б* - методом вертикально перемещающейся трубы: 1 - трубы для подачи раствора; 2 - смесительная установка; 3 - крепление трубы к рабочей площадке; 4 - рабочая площадка; 5 — гравийная подушка толщиной 15- 30 см; 6 - уровень верха бетонной подушки

Радиус распространения бетонной смеси от трубы составляет 4,5 м (рис. 2.6, *б*). Осушение колодца производится после окончания твердения бетона подушки [36].

Устройство железобетонной плиты днища по второй схеме опускания осуществляется насухо после откачки воды из колодца (рис. 2.7).

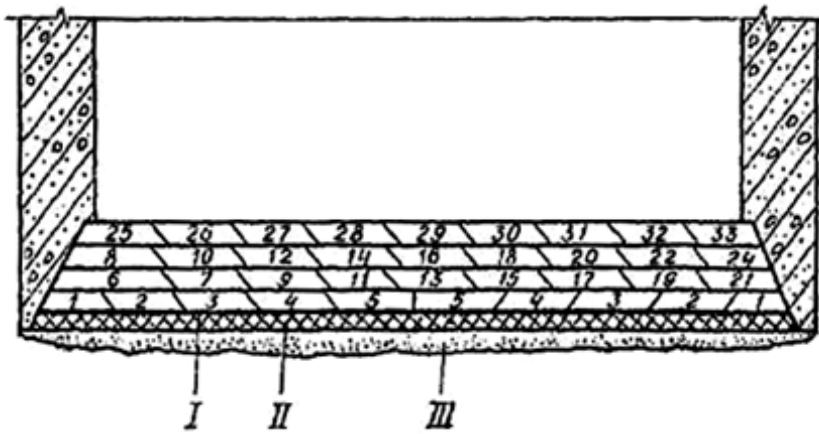


Рис. 2.7. Бетонирование днища

1- 33 - слои бетонирования; I - гидроизоляция; II - бетонная подготовка; III - дренажный слой

Таким образом, в инженерно – геологических условиях поймы реки Везелки строительство подземных сооружений целесообразно проводить методом опускного колодца.

3. Геоэкологическая оценка состояния компонентов окружающей природной среды

3.1 Состояние поверхностных и подземных вод

3.1.1 Повышение уровня подземных вод

Повышение уровня грунтовых вод связано с увеличением приходных составляющих в общем балансе грунтовых вод за счет дополнительного питания, возникающего в результате техногенных процессов и явлений. Неглубокое залегание грунтовых вод, природное или связанное с техногенным воздействием, вызывает сложные технические проблемы, включая осушение подтопленных сооружений. Увлажнение в прошлом сухих пород уменьшает их несущую способность и может вызвать оседание сооружений. Неравномерное оседание поверхности сопровождается образованием трещин в сооружениях, их разрушением.

Повышение уровня грунтовых вод в центральных городских районах представляет угрозу сохранности находящихся в земле технических сооружений, таких как тоннели и глубокие фундаменты, проложенные ранее в обезвоженной зоне.

Повышение уровня грунтовых вод может привести к обводнению пород зоны аэрации, изменению их прочностных свойств, повышению деформируемости и, как следствие, к неравномерным значительным осадкам зданий.

Повышение уровня подземных вод активизирует просадочные, карстово-суффозионные, оползневые и иные процессы, приводит к возникновению гидродинамического и взвешивающего давления.

Вызываемое подъемом уровня подтопление, а зачастую и заболачивание территории приводит к изменению сложившегося на данной территории биогеоценоза.

Перекрытие сооружением части водоносного горизонта приводит к уменьшению проводимости пласта, что вызывает повышение уровня

подземных вод выше по потоку. Одним из следствий этого явления является сезонное промерзание ранее сухих пород, вызывающее пучение почвы, что приводит к деформации фундаментов существующих и строящихся сооружений. Величина подпора уровней подземных вод зависит от естественного (существующего) градиента напора, вертикального строения водоносной толщи, а также от положения сооружения в разрезе и его ориентировки по отношению к направлению естественного потока. Полная количественная оценка явлений подпора производится с помощью моделирования фильтрационной задачи, учитывающей местные гидрогеологические условия. Предварительная оценка для простых условий (затопленный коллектор в однородной толще, нормально к потоку, вдали от границ потока) может быть выполнена по формуле:

$$D_h = 1_0 L_0 I / (h_0 - L_0)$$

где D_h - подъем уровня подземных вод выше по потоку от коллектора; 1_0 , L_0 - высота и ширина коллектора; h_0 , I - начальная мощность и градиент напора естественного потока.

Прямая инфильтрация из строительного котлована или траншеи ведет к локальному увеличению инфильтрационного питания, что, в свою очередь, приводит к повышению уровней и вышеперечисленным последствиям.

Наибольшая интенсивность утечек наблюдается в центральной части города. Это связано с тем, что центр уже давно осваивается и подземное пространство там сильно насыщено коммуникациями.

Утечки возможны из водопроводов, канализационных коллекторов, водостоков, дренажных систем.

3.1.2 Понижение уровня подземных вод

При строительстве сооружений и коммуникаций, в случае заглубления их ниже поверхностных грунтовых вод, планируются проведение водопонижения, предпринимаемое с целью недопущения притока подземных вод в строительный забой или водоотлив из него.

В результате откачки образуется депрессионная воронка. Задача строительного водопонижения, заключается в соответствующем развитии и поддержании в течение необходимого времени депрессионной воронки, а также в снятии избыточного напора в подстилающих водоносных породах. Водопонижение применяется в том случае, если объект находится непосредственно или частично в водоносном горизонте.

Ожидаемый дебит водопритока к строительному котловану в однородном водоносном горизонте ориентировочно оценивается по формуле:

$$Q = \frac{\pi * k * S^0 * (2h_0 - S_0)}{\ln \frac{R}{r_0}}$$

где k - коэффициент фильтрации; h_0 - начальная мощность горизонта; S_0 - заглубление дна котлована ниже естественного уровне подземных вод; r_0 - приведенный радиус котлована; R - радиус питания;

Искусственное снижение уровня подземных вод оказывает значительное влияние на подземные инженерные коммуникации. При снижении уровня воды в толще породы возникают дополнительные напряжения, которые могут привести к различным деформациям.

В большинстве случаев эти дополнительные осадки равномерны и не оказывают существенного влияния на работу сооружений. Но при больших понижениях уровня подземных вод, дополнительные осадки могут быть значительными и должны учитываться в основном проекте. Приблизительно величина понижения уровня подземных вод S на расстоянии r от центра котлована рассчитывается по формуле:

$$S = h_0 \sqrt{h_0^2 - \frac{Q}{\pi * k} \ln \frac{R}{r}}$$

В процессе производства водопонижительных работ возможно не только уплотнение, но и разрыхление пород и нарушение прочностных связей в них (так как фильтрационный поток создает дополнительное гидродинамическое давление на грунт), что может вызвать вынос частиц пород. Разуплотнение

грунта возможно также и в процессе бурения, содержания и ликвидации водопонижительных скважин.

Увеличение скорости фильтрации при определенных геолого-литологических условиях может явиться причиной появления процессов суффозии, активного выщелачивания растворимых составляющих пород, и других явлений, которые могут ухудшать условия эксплуатации подземных сооружений.

В ряде случаев строительное водопонижение предусматривается настолько мощным, что может привести к сокращению подземного стока в поверхностные водоемы, частичному или полному перехвату поверхностного стока.

В результате длительных откачек подземных вод и при значительном водопонижении возможно развитие суффозионных процессов и выщелачивание растворимых составляющих пород.

С водопонижением связано увеличение зоны аэрации и глубины промерзания грунтов, что неминуемо приводит к деформации близлежащих фундаментов сооружений.

Данный вид воздействия на окружающую среду будет проявляться при строительстве и эксплуатации тех сооружений, где предусмотрены соответствующие специальные мероприятия - водопонижение, водоотлив, дренаж.

Кроме того, сброс вод от строительного водопонижения зачастую производится на рельеф близлежащей местности (парки, газоны и пр.). Необходимо предусмотреть места сбросов отбираемой воды (в ливневую канализацию и т.д.).

Необходимо также оценивать влияние агрессивности подземных вод по отношению к материалам, используемым при строительстве, в соответствии со СНиП 1.02.07-87.

В ходе строительства тоннелей глубокого заложения происходит нарушение сплошности слабопроницаемого слоя, который является

естественным водоупором между водоносными горизонтами различных отложений, что приводит к изменению соотношения напоров в этих горизонтах. Изменение этого соотношения (инверсия напоров) может приводить к изменению направления движения подземных вод и попаданию загрязненных грунтовых вод в относительно слабоминерализованные воды нижележащих горизонтов.

Необходимо также учитывать, что наличие гидрогеологических окон (естественных или искусственных) даже за пределами собственно строительной площадки осложняет механизм оценки воздействия, т.к. загрязнение подземных вод одного горизонта может распространиться (при наличии соответствующих гидродинамических предпосылок, т.е., в частности, гидрогеологических окон) в смежные водоносные горизонты.

3.1.3. Мероприятия по охране вод

Охрана водных ресурсов осуществляется в соответствии Водным кодексом Российской Федерации от 03 июня 2006 г. N 74-ФЗ. Охрана водных ресурсов является важнейшей составной частью охраны окружающей среды, среды обитания объектов животного и растительного мира, в том числе водных биологических ресурсов.

Использование водных объектов не должно оказывать негативное воздействие на окружающую среду.

Не разрешается сброс сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты:

- содержащие природные лечебные ресурсы;
- отнесенные к особо охраняемым водным объектам.

Не разрешается сброс сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, расположенные в границах:

- зон санитарной охраны источников питьевого хозяйственно-бытового водоснабжения;
- первой, второй зон округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов;

- рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон, участков массового нереста, нагула рыбы и расположения зимовальных ям.

В целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, в соответствии Водным кодексом Российской Федерации от 03 июня 2006 г. N 74-ФЗ [3] для всех рек и водоемов установлены водоохранные зоны, на которых установлен специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

Для уменьшения выноса загрязняющих веществ с поверхностным стоком должны осуществляться мероприятия:

- исключение сброс в дождевую канализацию отходов производства;
- организация регулярной уборки территорий полосы отвода;
- проведение своевременного ремонта дорожных покрытий;
- ограждение зон озеленения бордюрами, исключающими смыв грунта на дорожное покрытие;
- повышение степени пыле- и газоочистки на очистных сооружениях дорожной инфраструктуры;
- повышение технического уровня эксплуатации автотранспорта;
- ограждение строительных площадок с упорядочением отвода поверхностного стока по временной системе открытых лотков, освещением его на 50-70% в отстойниках и последующим сбросом на рельеф местности или дальнейшей очисткой;
- локализация участков, где неизбежны просыпки и проливы загрязняющих веществ с последующим отведением и очисткой поверхностного стока; упорядочение складирования и транспортирования сыпучих и жидких материалов.

Выбор схемы отведения и очистки поверхностного стока определяется уровнем его загрязнения и требуемой степенью очистки.

При попадании в водоемы нефтепродуктов в объеме, который может привести к превышению предельно допустимой концентрации, немедленно принимаются меры по предотвращению их распространения и к последующему удалению.

Выполняя инженерно-геологические исследования, необходимо предотвращать утечки в водоемы и водостоки загрязненных промывочных жидкостей, нефтепродуктов, вод и растворов содержащих токсичные вещества.

Днище колодца расположено ниже уровня грунтовых вод. Учитывая слабую водоотдачу прорезаемых водонасыщенных грунтов, погружение колодца осуществляем с открытым водоотливом с разработкой грунта насухо экскаватором, оборудованным обратной лопатой. Грунт на поверхность извлекаем в бадьях краном.

Воздействие сооружений и коммуникаций на подземные и поверхностные воды (гидросферу) проявляется в изменении условий питания, движения и разгрузки подземных и поверхностных вод, условий их взаимосвязи, качества подземных и поверхностных вод.

Наиболее распространенным видом является гидродинамическое воздействие, выражающееся в изменении уровней подземных вод. Это воздействие оказывают, в общем случае, все виды подземных сооружений.

3.2. Состояние почв

3.2.1 Почвы и грунты

Влияние на природное окружение начинается с прямого воздействия строительной техники на почвы и грунты, залегающие в самом верхнем слое литосферы.

При этом строительное воздействие прямо или косвенно влияет и на состояние наземных элементов ландшафта (почвы, растительность, сеть малых рек, болота и водоемы).

Особо заметно это воздействие при проходке сооружений открытым способом.

Вывоз строительного загрязненного грунта с участка строительства на полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) должен согласовываться со службой эпидемиологического надзора (СЭН) и/или ее территориальными подразделениями [42].

3.2.2 Осадка поверхности земли

При снижении уровня воды в толще породы возникают дополнительные напряжения за счет уменьшения сил Архимеда взвешивания, которые вызывают осадки массивов пород.

В большинстве случаев эти дополнительные осадки равномерны и не оказывают существенного влияния на работу сооружения. Но при глубоких понижениях уровня подземных вод дополнительные осадки могут быть значительными и должны учитываться в основном проекте.

Величина осадки D_m (без учета реологических процессов) оценивается по формуле:

$$D_m = g * a_n * m_0 * D_h / (1 + e_0)$$

где g - плотность воды, a_n - коэффициент уплотнения породы, m_0 - начальная мощность дренируемого водоносного горизонта, D_h - снижение уровня подземных вод, e_0 - начальный коэффициент пористости породы.

Данное воздействие проявляется при строительстве подземных сооружений с применением водопонижения или водоотлива с большим дебитом, который определяется условиями (в основном гидрогеологическими) строительства.

Отдельную проблему представляет проходка рыхлых песчаных пород, проявляющих при определенных гидродинамических условиях большую подвижность (пывучесть) - т.н. "пывунов". Без применения специальных мероприятий (искусственного замораживания грунтов), влияние которых на компоненты окружающей среды должно быть оценено отдельно, строительство в таких условиях может привести к негативным инженерно-геологическим процессам - просадкам поверхности земли и т.п.

Повышение уровня подземных вод в совокупности с проходкой открытым способом сооружения в тыловой части террас может привести к перераспределению напряжений в массиве пород и, вследствие этого, к опасным склоново-оползневым явлениям.

Проявление данного вида воздействия обуславливается инженерно-геологическими условиями участка строительства.

В процессе производства водопонижительных работ возможно разрыхление пород и нарушение прочностных связей в них в связи с увеличением скоростей фильтрации и выносом частиц пород (явление суффозии)

3.2.3. Охрана почв

Использование земель осуществляется в соответствии с требованиями Земельного кодекса Российской Федерации от 25 октября 2001 г. N 136-ФЗ [2] и направлено на обеспечение сохранности экологических систем.

Строительные и эксплуатационные организации, в ведении которых находятся земельные участки, занятые под строительство, проводят мероприятия по:

- сохранению почв;
- защите земель от водной и ветровой эрозии, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения химическими веществами, захламления отходами производства и потребления, в результате которых происходит деградация земель;
- защите полосы отвода от зарастания деревьями и кустарниками, сорными растениями, ликвидации последствий загрязнения и захламления земель;
- рекультивации нарушенных земель.

3.3 Состояние и охрана атмосферно воздуха

Охрана атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с Федеральным законом от 4 мая 1999 г. N 96-ФЗ.

Действия, направленные на изменение состояния атмосферного воздуха и атмосферных явлений, могут осуществляться только при отсутствии вредных последствий для жизни и здоровья человека и для окружающей среды на основании разрешений, выданных федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

При размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов не должны превышать нормативы качества атмосферного воздуха в соответствии с экологическими, санитарно-гигиеническими, а также со строительными нормами и правилами.

При размещении объектов, оказывающих вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, в пределах городских и иных поселений, учитывают фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха и прогноз изменения его качества при осуществлении указанной деятельности.

В проектах на строительство участков, которые могут оказать вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, предусматриваются меры по снижению выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

При эксплуатации объектов инфраструктуры, в случае превышения установленных нормативов, осуществляется очистка выбрасываемых в атмосферу газов. Выбор газоочистного оборудования и степень очистки газов осуществляется в соответствии с расчетами, выполненными в том предельно допустимых выбросов.

Транспорт и строительная техника, работающие в дорожной организации, подлежат проверке на соответствие выбросов загрязняющих веществ в отработавших газах, установленным нормам при ежегодном прохождении технического осмотра.

Следует по возможности, для улучшения экологической обстановки на объектах строительства переходить на использование газового топлива и других более экологически чистых видов энергии.

При производстве инженерно-геологических изысканий, двигатели транспортных средств и буровых установок должны быть отрегулированы, исходя из требований к содержанию вредных веществ в выхлопных газах.

Документом, регламентирующим природоохранные мероприятия, является серия государственных стандартов "Охрана природы. Атмосфера".

Основными мероприятиями по охране атмосферного воздуха являются: усовершенствование технологических процессов, оборудования, транспортных средств улучшение качества сырья и топлива; внедрение высокоэффективных установок для отчистки промышленных и других выбросов.

3.4. Мероприятия по ликвидации скважин

После окончания бурения разведочной скважины проводят ликвидационный тампонаж, цель которого состоит в том, чтобы устранить возможность Циркуляции подземных вод по стволу скважины после извлечения колонны обсадных труб. При выполнении работ по ликвидационному тампонированию, имеющему важное значение для охраны недр следует руководствоваться утвержденными инструкциями и правилами, действующими в данном регионе.

В зависимости от геологических и гидрогеологических условий для ликвидационного тампонирования применяют специальные глинистые растворы, глину или цемент.

При ликвидации неглубоких скважин, не вскрывших водоносные горизонты, ограничиваются заливкой в скважину загущённого глинистого раствора.

В скважинах, вскрывших водоносные горизонты, ликвидационное тампонирование осуществляют глиной, доставляемой на забой скважины с помощью колонкового снаряда.

Ликвидационное тампонирование цементом применяют в случаях, когда водоносные горизонты находятся в кровле или в почве залежи полезного

ископаемого, а также при пересечении скважиной напорных вод с самоизливом (фонтанирующих).

Если скважина бурили с применением глинистого раствора, ее предварительно промывают водой для разглинизации. Цементный раствор нагнетают насосом через бурильные трубы, которые по мере заполнения скважины раствором поднимают от забоя.

В случае цементации скважины, встретившей напорные воды, сначала утяжеленным глинистым раствором заглушают фонтанирование, а затем производят ее цементирование.

На устье ликвидированной скважины устанавливают репер - отрезок обсадной трубы с цементной пробой, на котором обозначены номер скважины, ее глубина, название организации и дата окончания бурения.

3.5. Рекультивация земель

После проведения исследовательских и строительных работ следует провести рекультивацию земель. Это комплекс работ по восстановлению нарушенных хозяйственной деятельностью территорий с использованием специальных технологий. Проводится в районах открытых горных разработок, изыскательских и других работ, связанных с нарушением земель. Включает восстановление почв, растительности, нередко – ландшафта в целом. В зависимости от предполагаемого использования земель существует несколько направлений их рекультивации: сельскохозяйственное (создание пашни, лугов, пастбищ, садов), лесохозяйственное (лесопосадки), рекреационное, рыбохозяйственное (создание в понижениях рельефа рыбоводческих прудов), водохозяйственное (устройство водоёмов разного назначения), строительное (подготовка участков для строительства). Осуществляется в 2 этапа. Первый (технический) предусматривает подготовку земель к их дальнейшему целевому использованию (планировка поверхности, покрытие её плодородным слоем земли или улучшение грунта и др. работы в соответствии с проектом). На втором этапе (биологическая рекультивация) проводят агротехнические и

фитомелиоративные мероприятия по восстановлению почвенного плодородия, ускорению почвообразовательных процессов, возобновлению флоры и фауны на рекультивируемых землях.

Заключение

На основании выполненного исследования можно сделать следующее
выводы:

1) В магистерской диссертации детально рассмотрен участок проектируемого строительства подземных транспортных сооружений в г. Белгороде. Получены данные об инженерно-геологическом строении района работ, запроектированы работы для оценки инженерно-экологических и гидрогеологических условий.

В административном отношении район исследований расположен в центральной части г. Белгороде, Белгородской области.

В геологическом строении участка проектируемого строительства принимают участие образования четвертичной (Q) и меловой (K) систем.

Гидрогеологические условия площадки характеризуется распространением подземных вод типа «техногенная верховодка». Подземные воды на участке строительства залегают на глубине 9м. По результатам химического анализа, грунтовые воды как среда, по отношению к бетонам нормальной проницаемости на обычных сортах цемента агрессивными свойствами по содержанию агрессивной углекислоты не обладают, а по отношению к стальным конструкциям – среднеагрессивные.

2) Был выбран метод сооружения подземных сооружений, метод опускного колодца, разработана технология задавливания и выбор метод бетонирования днища.

3) Была проведена покомпонентная оценка воздействия строительства опускных колодцев на состояние окружающей природной среды

4) Разработаны рекомендации по охране почв, вод и рекультивации нарушенных территорий.

Данная проектная работа так же может быть применена для строительства сооружений в подобных инженерно - геологических и геоэкологических условиях.

Список использованной литературы

1. Антонов В.В. Поиски и разведка подземных вод: учебное пособие. – СПб.: издательство СПГГИ (ТУ) им. Г.В. Плеханова, 2006. – 98 с.
2. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (Основы теории и логико-математические методы). – М.: Мысль, 1975. – 288 с.
3. Атлас: Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области / отв. ред. Ф.Н. Лисецкий. – Белгород: БелГУ, 2005. – 180 с.
4. Белый Л.Д. «Инженерная геология». – М.: Высшая школа, 1985 г. – 105 с.
5. Будыко М.И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1997. – 327 с.
6. Водный кодекс Российской Федерации.
7. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года.
8. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. – 2015 [Электронный ресурс]. - URL: <http://gis-lab.info/>
9. ГОСТ 25100–95 «Грунты. Классификация» – 32 с.
10. ГОСТ 27751-88 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету» – 11 с.
11. Голубев Г.П. Геоэкология. – М., 1999. – 337 с.
12. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. – Смоленск: СГУ, 1998. – 448 с.
13. Говорушко С.М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. - Владивосток: Дальнаука, 1999. – 171 с.
14. Дегтярев Б.М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве. – М.: Стройиздат, 1990. – 228 с.
15. Данилов-Данильян В.И., Горшков В.Г., Арский Ю.М., Лосев К.С. Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия (опыт эколого-экономического анализа). – М., 1994. – 133 с.

16. Дмитриев, В.В. Прикладная экология / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Академия, 2008. – 608 с.
17. Заиканов, В.Г. Методическая основа комплексной геоэкологической оценки территории В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. – М.: Наука, 2008. – 81 с.
18. Корнилов А.Г. Петин А.Н. Назаренко Н.В. Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием // Проблемы региональной экологии. – 2005, - № 6. – С. 38–52.
19. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие – М. – Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
20. Оноприенко М.Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1978. – 288 -300 с.
21. Официальный сайт администрации г. Белгорода [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.beladm.ru/>.
22. Пономарев А.Б. Реконструкция подземного пространства. Учебное пособие. - М.: Ассоциации строительных вузов, 2006. - 232 с.
23. Петров Н.С. Водоснабжение и инженерная мелиорация: учеб. пособие. – СПб.: изд-во СПГГИ (ТУ) им. Г.В. Плеханова, 2003. – 159 с.
24. Петров К.М. Гэоэкология: основы природопользования. – СПб.: Санкт-Петербургский университет, 1994. – 216 с.
25. Павлова Е.И., Буралев Ю.В. Экология транспорта: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1998. – 232 с.
26. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь – справочник – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
27. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. Маккавеев А.А. изд-во «Недра», 1971 г. – 136 с.
28. Смольянинов В.М., Русинов П.С., Панков Д.Н. Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий // Воронеж: ВГПУ, – 1996. – 125 с.

29. СНиП 2.02.01–83 «Основания и фундаменты»
30. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»
31. СНиП 2.01.15-90; 2.06.14-85.
32. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
33. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
34. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2001 году (ежегодный доклад). Под ред. Е.Г. Глазунова.
35. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
36. СП 11–105–97 «Инженерные изыскания для строительства. Общие правила производства работ»
37. СП 11-108-98. Изыскания источников водоснабжения на базе подземных вод.
38. Справочник гидрогеолога. Под ред. М.Е. Альтовского. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 256 с.
39. Справочник проектировщика Основания, фундаменты и подземные сооружения. Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. Е.А. Сорочана и канд. техн. наук Ю.Г. Трофименкова
40. Справочник гидрогеолога. Под ред. М.Е. Альтовского. – М.: Госгеолтехиздат, 1962.
41. Титов Г.Д. Взаимодействие растительных сообществ и природной среды. – М.: Высшая школа, 1961. – 519 с.
42. Трофимов, В.Т. Экологическая геология / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг. – М.: Геоинформмарк, 2002. – 415 с.
43. Умнов В.А., Ворожейкина Н.В. Основы управления эколого-экономическими рисками при использовании подземного пространства в

мегаполисах // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2012. № 12. С. 146-151.

44. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.

45. ФЗ №7 от 10 января 2001 г. «Об охране окружающей среды».

46. ФЗ № 116 от 21 июля 1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

47. Фролов А.Ф., Коротких И.В. «Инженерная геология». – М.: Недра, 1990 г. – 225 с.

48. Хрисанов В.А., Бахаева Е.А. Современные геоморфологические процессы на территории Белгородской области и их антропогенная активизация. // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. – 2011. - №15 (110), выпуск 16.

49. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: Учебное пособие для системы повышения квалификации и переподготовки государственных служащих / Под общей ред. проф. В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 744 с.

50. Ясаманов Н. А. Основы геоэкологии : учеб. пособие для эколог. специальностей вузов / Н. А. Ясаманов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 352 с.