

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

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ВЫВЕТРЕЛЫХ МЕЛОВЫХ ГРУНТОВ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ
РАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Выпускная квалификационная работа
студента 5 курса очной формы обучения группы 08001405
специальности «Прикладная геология»
Юрьева Александра Валериевича

Научный руководитель:
Ст. преподаватель, А.В.
Овчинников

Рецензент: Ген. Директор
ООО «ИнжГидроСтрой»,
В.В. Злобин

БЕЛГОРОД 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	5
1.1 Геологическое строение района города Белгорода.....	5
1.2 Геологическая характеристика отложений меловой системы... ..	9
1.3 Геологическая характеристика карбонатной толщи отложений меловой системы.....	11
1.4 Литологическая характеристика меловых пород.....	14
1.5 Инженерно-геологические особенности строения меловых массивов г. Белгорода по материалам предыдущих изысканий.....	18
1.6 Характеристика физико-механических свойств писчего мела... ..	23
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	28
2.1 Методика лабораторных исследований механических свойств мела в сильновыветrenom состоянии.....	28
2.2 Результаты лабораторных исследований деформационных характеристик мела.....	42
2.3 Результаты лабораторных исследований прочностных характеристик мела.....	48
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	53
3.1 Разработка рациональной программы инженерно-геологических изысканий для строительства на меловых грунтах.....	53
3.2 Сводная информация о видах и объемах инженерно-геологических изысканий.....	67
4.ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ. РАСЧЕТЫ ЗАТРАТ ТРУДА.....	68
4.1 Расчеты затрат и времени.....	68
4.2 Календарный график выполнения работ.....	76
4.3 Сводная смета на запроектированные работы.....	78
5. ОХРАНА ТРУДА. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	83
5.1 Общие положения охраны труда и промышленной безопасности при работе на предприятии.....	83
5.2 Промышленная безопасность при буровых работах.....	85
5.3 Охрана окружающей среды.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	98
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	102

ВВЕДЕНИЕ

Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства по результатам выполненных инженерно-геологических изысканий имеет важное при проектировании и строительстве зданий и сооружений, так как по результатам запланированных работ проектировщику необходимо предоставить информацию о геологическом строении толщи грунтов, в которой располагают фундамент проектируемого здания. От правильной оценки инженерно-геологических условий зависит устойчивость здания в процессе его эксплуатации.

Целью дипломного проекта является оценка инженерно-геологических условий для строительства жилого 19 этажного дома по адрес г. Белгород ул. 5 Августа д 31.

Задачами дипломного проекта является:

1. Изучение природных геологических, инженерно-геологических, гидрогеологических, геоморфологических и экологических условий участка строительства;
2. Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства с установлением инженерно-геологического элемента, который будет являться несущим слоем для проектируемого здания;
3. Разработка технического задания и программы инженерно-геологических изысканий.
4. Расчёт затрат времени и труда на запланированные работы, а также расчёт сметной стоимости запроектированных работ

Дипломная работа содержит введение, пять глав, заключение, список использованной литературы и приложения.

В общей части приводится краткая характеристика геологических, геоморфологических, физико-географических, экологических и инженерно-геологических условий участка строительства.

В специальной части описаны лабораторные работы.

В проектной части разработано техническое задание и программа инженерно-геологических изысканий, в которой обосновываются состав, виды и объём работ согласно действующим нормативным документам, методика и объёмы выполненных работ; дана характеристика и оценка инженерно-геологических условий и физико-механических свойств грунтов.

В экономической части дипломной работы выполнен расчёт затрат времени и труда, а также расчёт сметной стоимости геологоразведочных работ.

В пятой части затрагиваются вопросы охраны труда, промышленной безопасности на предприятиях и буровых работах, а также охраны окружающей среды.

Материал на данный дипломный проект был собран при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ в процессе прохождения производственной практики в ООО «ИнжГидроСтрой».

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Геологическое строение района Белгородской области и района г. Белгорода

В геолого-структурном отношении Белгородская область приурочена к северо-восточному крылу Днепровско-Донецкой впадины, примыкающей к сводовой части Воронежской антеклизы. В геологическом строении принимают участие породы кристаллического фундамента и осадочного чехла.

Кристаллический фундамент сложен метаморфическими и интрузивными породами архея (AR) и протерозоя (PR) различного состава. Палеорельеф поверхности докембрия неровный с общим уклоном на юго-запад. Глубина залегания кристаллических пород от 150 м на севере Белгородской области до более 1000 м на юго-западе.

В строении осадочной толщи принимают участие отложения каменноугольной, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Наиболее древние отложения, которые выходят на дневную поверхность, вскрываются долинами рек, оврагов и балок относятся к отложениям меловой системы. Распространение дочетвертичных отложений в районе г. Белгорода представлено на рисунке 1.1. На рисунке 1.2 представлено глубинное геологическое строение территории с условными обозначениями к карте и разрезу.

Каменноугольная система сплошным чехлом перекрывает образования докембрия и представлена терригенно-карбонатной толщей, слагающей моноклираль. В состав системы входят нижний и средний отделы. Увеличение мощности отложений происходит с севера на юг с 50 до 714 м. В составе нижнего отдела выделяются образования визейского и серпуховского ярусов включающих: бобриковскую (C_{1bb}), тульскую (C_{1tl}), алексинскую (C_{1al}), михайловскую (C_{1mh}), веневскую (C_{1vn}), тарусскую (C_{1tr}), стешевскую (C_{1st}) и протвинскую (C_{1pr}) свиты [1].

В составе среднего отдела выделяются башкирский и московский ярусы включающие: стрельцовскую, великоцкую и бондаревскую объединенные ($C_{2str+bn}$), донцовскую, беловодскую, дубовецкую (C_{2dn+db}) объединенные и верейскую (C_{2vr}) свиты.

Юрские образования залегают со стратиграфическим перерывом и резким угловым несогласием на породах карбона и слагают моноклиналь, полого погружающуюся в сторону Днепровско-Донецкой впадины. Мощность соответственно увеличивается с 163 до 274,7 м. В разрезе юры установлены отложения среднего и верхнего отделов. Средний отдел представлен терригенными образованиями байосского, батского и келловейского ярусов включающих: пеновскую, ракищенскую, безгинскую объединенные (J_{2pn+bz}), вейделевскую (J_{2vdl}), аркинскую, железногорскую, корочанскую объединенные ($J_{2ar+krc}$) свиты. Верхний отдел включает в себя терригенно-карбонатные образования со среднего подъяруса оксфордского яруса по верхний подъярус титонского яруса включительно. В их объеме выделяются: висловская, яковлевская объединенные ($J_{3vs+jak}$), игуменская (J_{3ig}), шебекинская (J_{3sb}) свиты.

Породы меловой системы развиты повсеместно, образуя моноклиналь, полого погружающуюся в сторону Днепровско-Донецкой впадины, с размывом перекрывая юрские напластования. Абсолютные отметки ее подошвы на северо-востоке зафиксированы на отметке -67 м, постепенно понижаясь на юго-запад до -340 м. В этом же направлении происходит и увеличение мощности с 240,8 до 367,0 м. В составе меловых пород установлены отложения нижнего и верхнего отделов, представленные терригенно-карбонатными образованиями. Нижний отдел включает отложения берриасского, готеривского, барремского, аптского и альбского ярусов, в которых выделяются: рязанская (K_{1rz}), фокинская (K_{1fk}) серии, криушанская (K_{1krs}) свита, брянская (K_{1-2br}) серия. Верхний отдел представлен карбонатными породами туронского, коньякского, сантонского, кампанского и маастрихтского ярусов включающих: тускарьскую (K_{2ts}), истобнянскую

(K_{2is}), сапрыкинскую (K_{2sp}), новооскольскую (K_{2nos}), дубенковскую (K_{2db}), алексеевскую (K_{2al}), масловскую (K_{2ms}), суджанскую (K_{2sd}) свиты [2].

Палеогеновые отложения на рассматриваемой территории развиты повсеместно, отсутствуя на участках постмиоценовых эрозионных размывов. Они трансгрессивно залегают на меловых породах. Система представлена эоценом и олигоценом, которые залегают друг на друге с перерывами. Мощность отложений колеблется от 12 м до 90 м – на юге, увеличиваясь в юго-западном направлении. Эоцен представлен пачкой морских фаций каневской (P_{2kn}) серии, бучакской (P_{bc}), воробьевской (P_{2vr}), киевской (P_{2kv}), обуховской (P_{2ob}), пасековской (P_{ps}), кантемировской (P_{kt}) свит. Верхний олигоцен – нижний миоцен представлен терригенными отложениями берекской (P_{br1}) и новопетровской (N_{1np}) свит.

Миоцен-плиоценовые нерасчлененные образования (N) распространены на высоких водоразделах в виде отдельных островных пятен, не опускаясь ниже бровки эрозионного склона. Представляют собой кору выветривания сложного полигенного характера. Мощность элювиальных образований варьирует в широких пределах и достигает 21 м, хотя чаще в разрезах зафиксирована в пределах 5-7 м.

Рассматриваемая территория находится во внеледниковой области Русской платформы, в зоне главного водораздела между реками Днепровского и Донского бассейнов. В составе плейстоцена установлены отложения всех звеньев, причем среди генетических подразделений преобладают образования аллювиального и субаэрального рядов мощностью до 50 м.

Отложения голоцена на рассматриваемой территории представлены аллювием современной поймы (a_{IV}), болотными отложениями (pl_{IV}), техногенными образованиями (t_{IV}) и современными почвами.

1.2 Геологическая характеристика отложений меловой системы

По литологическому составу породы меловой системы разделяются на две толщи: нижнюю – терригенную и верхнюю – карбонатную. Терригенная толща принадлежит нижнему отделу и сеноманскому ярусу верхнего мела; карбонатная – всем остальным ярусам верхнего отдела. Обе толщи в общем литологически монолитны. Переслаивание геологических образований представлено в стратиграфической колонке (рисунок 1.3).

Терригенная толща отложений меловой системы представлена:

2. *нижний отдел меловой системы, аптский ярус (K_{1a})* – сложен песками светло-серыми, кварцевыми, тонко-разнозернистыми с линзами кварцевых песчаников и прослоями светлых каолиновых глин. Мощность до 20 м;

3. *нижний отдел меловой системы, альбский ярус (K_{1al})* – сложен песками кварцевыми, светло-серыми, мелко-тонкозернистыми. Мощность от 4-15 до 18-25;

4. *верхний отдел меловой системы, сеноманский ярус (K_{2s})* – представлен песками, равномерно отсортированными, с большим содержанием глауконита, фосфоритовых скоплений, образующих прослой. Пески мелко- и среднезернистые, с большим содержанием слюды, неравномерно ожелезненные. Верхняя часть разреза карбонатизирована. Мощность до 50-70 м.

Содержание карбонатов в верхней части терригенной толщи, представленной отложениями альбского и сеноманского ярусов, увеличивается, и порода из слабоизвестковистого песка постепенно переходит в песчанистый мел или слабощементированный известковистый песчаник, мощность которого не превышает 2 м. Иногда он отсутствует и туронский мел ложится непосредственно на известковистые пески. В верхней части толщи характерны прослой фосфоритовых конкреций размером до 2 см,

часто сцементированные в плиту, мощность которой колеблется от 0,10 до 0,60 м.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Мощность в м	Характеристика пород	
Четвертичная			K_4^1	8-10	Плиоценовые отложения нерасчлененные. Пески светлые,верху пестроокрашенные, часто слоистые разнозернистые с прослоями супеси, глины и суглинка.	
			K_4^2	3-4		
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	ОЛИГОЦЕН		$P_3, 4, pl$	10-12	Щепкинская толща. Пестроокрашенные супеси, суглинки глинистые, пески с гнездами глины в основании гравий кварца и кремня и галька песчаника	
			P_2, hr	22-25	Верхний олигоцен-нижний миоцен. Полтавская серия. Пескиверху пестроокрашенные, ниже - светлые мелко и среднезернистые с гнездами мраморовидной глины, с прослоями песчаников, внизу - с гравийными зернами кварца, с прослоями темной глины	
			P_1, kv	22	Харьковская свита. Пески, алевроиты, песчаники слоистые, неравномерно ожелезненные. В основании-грубые плотные песчаники или гравийные зерна кварца	
	ЭОЦЕН		P_1, oc	7	Верхний эоцен. Киевская свита. Вверху - бескарбонатные глины, ниже - карбонатные с <i>Uviferina proboscidea</i> Schw. и др. в основании пески и конкреции фосфорита. Глины и пески зеленовато-серые, слоистые	
			P_1, kn	5		
М Е Л О В Ы Е	Я	И	МААСТРИХТСКИЙ	K_5, m	50-60	Средний эоцен. Бучакса свита. Пески белые, желтые и зеленые, слоистые, в основании - иногда плотные грубые песчаники
				K_4, km	50-60	Нижний эоцен. Киевская свита. Песчаники кварцево-глауконитовые, в основании - с галькой фосфорита
						Мел белый песчистый, трещиноватый, неравномерно ожелезненный с <i>Belemnitella lanceolata</i> Schott и др. в основании - с редкой галькой фосфорита
			КАМПАНИЙСКИЙ	K_3, km	50-60	Мел белый песчистый, трещиноватый с <i>Belemnitella mucronata senior</i> Now и др. в основании - с кремнисто-карбонатной и фосфоритовой галькой
			САХСОНСКИЙ	K_2, st_2	70-80	Верхнесантонский подъярус. Мергели серые и светло-серые, слоистые с <i>Anomalina clementiana</i> (Orb)
				K_2, st_1	50-60	Нижнесантонский подъярус. Мергели серые и светло-серые с <i>Anomalina infrasantonica</i> Bal. <i>Stensibina excipita</i> (Reuss)
			КОНЬЯКСКИЙ	K_1, k	40	Мел белый песчистый трещиноватый с <i>Stensibina emscherica</i> Barishm
			ТУРОНСКИЙ	K_1, t	30-40	Мел белый песчистый трещиноватый с <i>Bolivinita couvigeriniformis</i> Kell., <i>Stensibina praeculta</i> (Kell) и др. в основании опесчанен, с галькой фосфорита
			НИЖНИЙ	АЛЬБСКИЙ	K_1, al	10-15
АПТСКИЙ	K_1, a	20		Вверху - пески с прослоями песчаника и глины, ниже - глины песчаные, слоистые с прослоями песчаника и песка		

Рисунок 1.3 – Сводная стратиграфическая колонка меловых отложений

Карбонатная толща отложений верхнего отдела меловой системы представлена:

1. *туронский ярус* (K_{2t}) – породы яруса представлены белым пясчистым мелом. Мощность 1-4 м;

2. *коньякский ярус* (K_{2k}) – представлен мелом белым, иногда с опоками и трепелами. Мощность до 30-100 м;

3. *сантонский ярус* (K_{2st}) – сантонские отложения представлены мергелями, мелоподобными мергелями, мелом, опоками, опоковидными мергелями, трепелами. Мощность до 50-70 м;

4. *кампан-маастрихтский ярус* (K_{2km-m}) – кампан-маастрихтские отложения представлены мелом, мелоподобными мергелями. Мощность от 2 до 55-80 м [3].

1.3 Геологическая характеристика карбонатной толщи отложений меловой системы

Карбонатная толща меловых образований залегает на размытой поверхности сеноманских песков и начинается с песчанистых мелов туронского яруса. Выше по разрезу развита мощная до 100 м толща однородного белого плотного пясчистого мела туронского и коньякского ярусов. Еще выше этих отложений залегает пачка (мощность до 70 м) мергелей и мела сантонского яруса. Венчают разрез карбонатной толщи сильно трещиноватые белые мела кампан-маастрихтского яруса мощностью до 80 м. Вследствие сходства пород кампана и маастрихта визуальную границу между этими ярусами провести невозможно. Она устанавливается лишь по появлению *Belemnitella lanceolata* и характерного комплекса фораминифер [3]. Отложения карбонатной толщи всюду подстилаются альб-сеноманом.

Геологическое строение карбонатной толщи в районе г. Белгорода представлено на рисунках 1.4 и 1.5 [4].

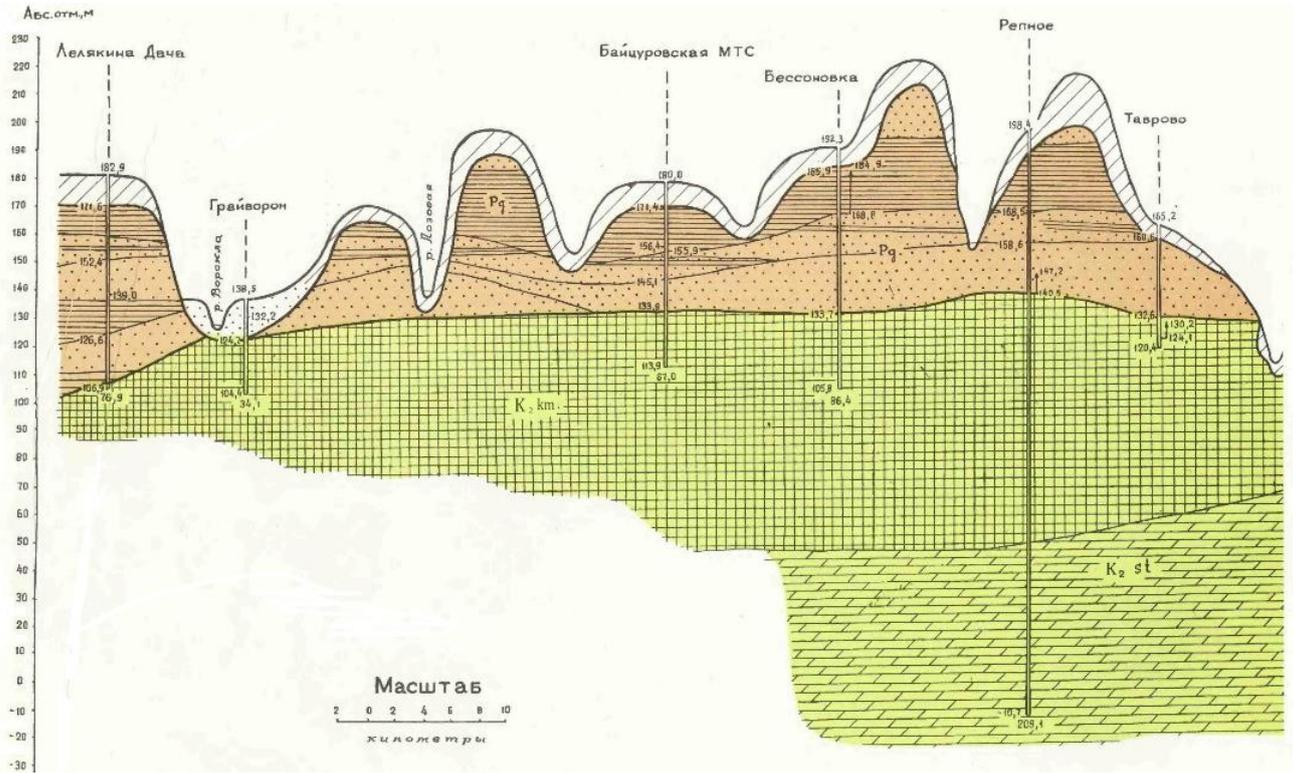


Рисунок 1.4 – Геологический разрез территории Гравиворонского и Белгородского районов

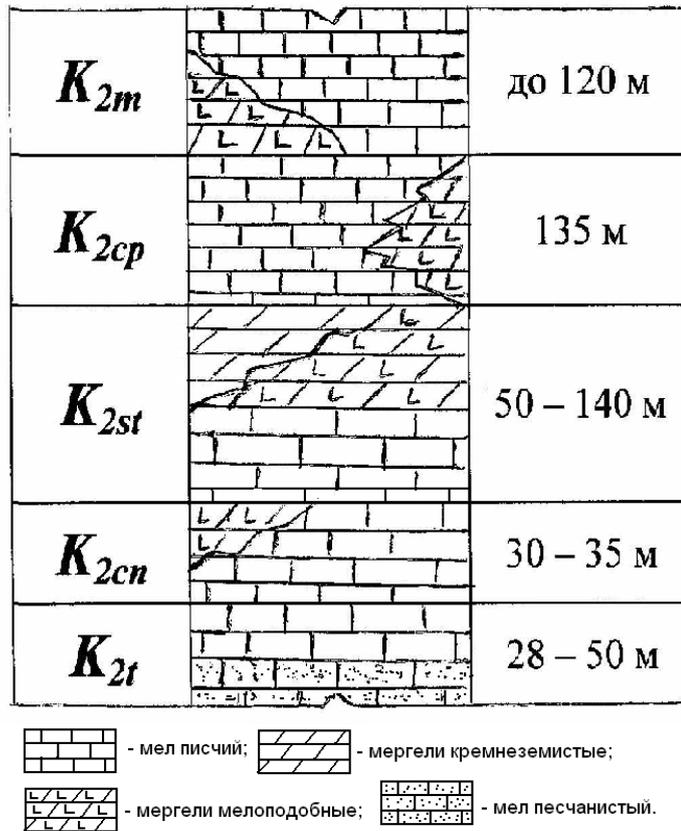


Рисунок 1.5 – Разрез отложений верхнего мела в Белгородском районе

Приведем краткую характеристику разреза меловых отложений в районе г. Белгорода.

Верхнемеловые отложения, кроме сеноманских, сложены карбонатными породами и включают все ярусы вплоть до маастрихтского. Турон, как и повсюду, представлен пясчистым мелом. В коньякском ярусе преобладает мел, частично он сложен мелоподобными мергелями. Преимущественно мелоподобными мергелями и мелом представлен и сантонский ярус. Мелоподобные мергели и мел слагают также кампанский и маастрихтский ярусы (рисунок 1.5).

Таким образом, наблюдая изменение состава меловых отложений в целом на территории Белгородской области, можно отметить следующие особенности:

1. в северном направлении уменьшается мощность всех ярусов, исчезают из разреза более молодые отложения – сначала маастрихт, затем кампан и т. д.;

2. в северном направлении уменьшается количество карбонатной составляющей и увеличивается примесь кремнезема, в результате чего мел и мелоподобные мергели сменяются кремнеземистыми мергелями, а еще севернее – карбонатными трепелами и опоками;

3. нарастание кремнеземистого материала в разрезе наблюдается также и в вертикальном направлении, от туронского яруса к более молодым. Менее интенсивно оно происходит на юге, в относительно погруженной части северного борта Днепровско-Донецкой впадины, и более резко это заметно на севере, по мере приближения к береговой линии меловых морей [5].

1.4 Литологическая характеристика меловых пород

Природный белый пясчий мел входит в общую классификацию карбонатно-глинистых пород. По петрографическому характеру, химическому и минералогическому составу мел подразделяется на 4 типа, характеристика которых приведена в таблице 1.1 [6].

Таблица 1.1 – Классификация меловых пород

Названия пород	Физическая характеристика	Содержание, %	
		CaCO ₃	H/O
Мел чистый	Довольно мягкая легко пачкающая тонкозернистая порода белого цвета	Более 95	Менее 5
Мел глинистый	Слабосцементированная, тонкозернистая порода белого, с различными оттенками, цвета	90 – 95	5 – 10
Меловой мергель	Слабосцементированная, тонкозернистая порода, серого, желтого, зеленоватого и другого цвета	80 – 90	10 – 20
Мелоподобный известняк	Плотносцементированная, явно кристаллическая порода белого цвета, серого или желтоватого цвета	90	10

По содержанию карбонатов мел классифицируется на следующие категории (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Классификация мела по содержанию карбонатов

Категория мела	Содержание карбонатов, %	Мел
1	Более 98	Чистый
2	95 – 90	Слабоглинистый
3	90 – 95	Сильноглинистый
4	85 – 90	Мергелеподобный

В приведенной классификации чистым мелом назван почти чистый карбонат кальция с незначительными примесями: MgO₃ – 0,3-0,7%; Fe₂O₃ –

0,08-0,3%; Al_2O_3 – 0,21-0,44%; SiO_2 – 0,2-1,3%; SiO_2 (аморфный) – 0,4; растворимые в воде вещества 0,05-0,11% [6].

В основном мел состоит из двух основных частей – карбонатная часть, которая растворяется в кислотах (карбонаты кальция, магния) и некарбонатная часть (окислы металлов, глинистый материал, кварцевый песок и др.) которая не растворяются. Карбонатная часть мела состоит на 98-99% из карбоната кальция. В небольшом количестве присутствуют карбонаты магния, которые образуют рассеянные в основной массе мела кристаллы магнезиального кальцита, доломита и сидерита.

Мел Белгородской области отличается низким содержанием нерастворимого остатка и высоким содержанием карбонатов. С уменьшением количества $CaCO_3$ пропорционально возрастает количество некарбонатной примеси (нерастворимый остаток). В меду содержание нерастворимого остатка приблизительно около 4%. Химическая характеристика мела некоторых месторождений Белгородской области приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Химический состав мела по некоторым месторождениям Белгородской области

Месторождение	Содержание, %			
	Fe_2O_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	H/O
Лебединское, мела вскрыши	0,25	97,52	1,74	1,27
Стойленское, мела вскрыши	0,07	97,87	0,41	1,27
Петропавловское	0,33	96,67	0,43	2,15
Шебекинское	0,01 – 0,043	99,67	0,42	0,4 – 6,0
Зеленая Поляна	0,19	95 – 98	0,08	2 – 3
Валуйское	–	95,5	1,25	4,32

Таким образом, по химическому составу белый писчий мел содержит 90-99% чистого карбоната кальция. Углекислый магний не превышает 1%. Полуторные окислы представлены в количестве от 0,2 до 2,6%. Сульфаты отсутствуют или включены в виде скелетов. Кремнезем содержится в

количествах от 0,4 до 6,2%. Нерастворимый в 2,5% HCl остаток мела состоит на 90 – 97% из глинистых минералов и присутствует в мелах в количестве от 0,5 до 11,5%, но чаще – от 0,2 – до 2%.

Мел – белая мягкая порода с высокой пористостью (до 50%), обладающая связностью (держится в куске), в сухом состоянии довольно прочная. В основной своей части (от 31% до 50%) мел состоит из остатков скелетных образований кокколитофоридов [7].

Кокколитофориды – это пелагические, жгутиковые водоросли с известковистым панцирем размером около 3 мк, имеющим форму просверленного в центре диска (рисунок 1.6).

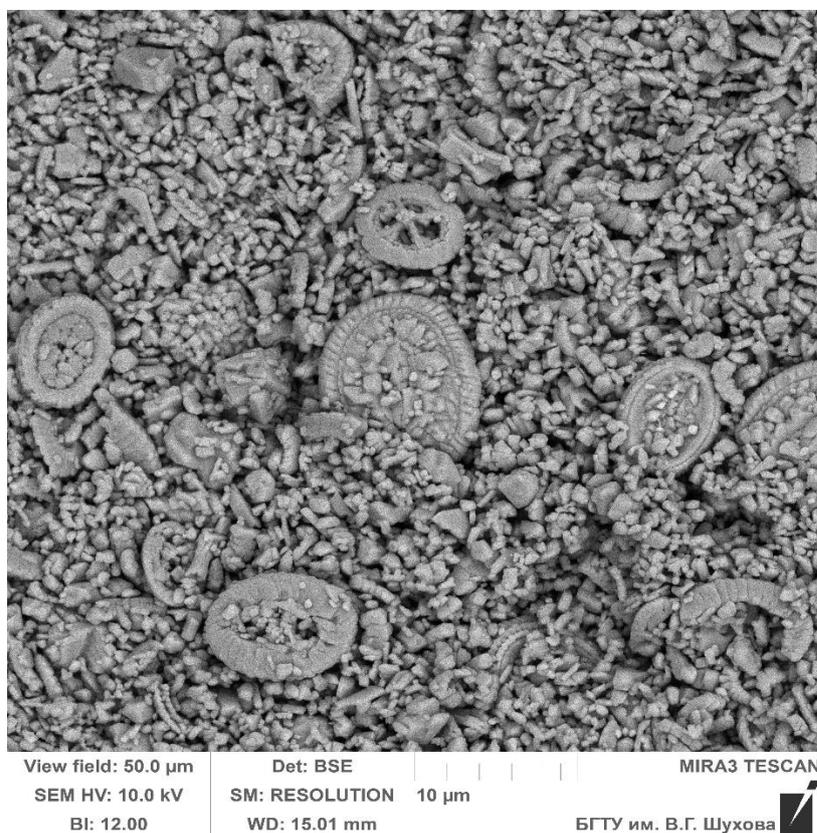


Рисунок 1.6 – Микрофотография кокколитофорид в мелу

В мелах находится от 35 до 50 % высокодисперсного (пелитоморфного, порошковатого) кальцита, происхождение которого точно еще не установлено. Вероятнее всего, что тонкодисперсный кальцит есть продукт разрушения кокколитофоридов. Как правило, мельчайшие зерна кальцита (от

5 до 1 мк) являются угловатыми или окатанными частицами, или агрегатами частиц и реже встречаются в виде оформленных кристалликов. В остальном мел состоит из фораминифер (до 22%) обломков призматических раковин иноцератов (до 20%), остатками других известковых организмов (обломками стеблей криноидей, морских ежей, кораллов и пр.). Кроме того, мел может содержать небольшие примеси глинистых минералов (гидрослюды, бейделлит), глауконита, морденита, опала, кварца, халцедона, магнезимального карбоната, окислов железа и окисленные конкреции пирита, а также органического вещества (преимущественно гумуса). Количество кремнезема в меле достигает около 1 % [3].

Помимо плотных коренных разностей, мел встречается в переотложенном, пластичном и даже в разжиженном виде.

По количеству некарбонатной примеси (зерна кварца, глауконита, слюды, пирита, лимонита), присутствующей в породе, она служит как бы переходной разностью от чистого мела к следующему литологическому типу – глинистому мелу [8].

Мел глинистый и меловой мергель могут иметь разновидности: глауконитовый зеленоватого цвета, кремнеземистый. Наряду с некарбонатным материалом, характерным для чистого мела, в глинистом меле и мергелях присутствует значительное количество глинистых частиц. В состав глинистой фракции входят гидрослюды, каолинит и монтмориллонит. Породы эти отличаются заметно более плотным сложением.

Таким образом, по петрографическому характеру, минералогическому и химическому составу среди меловых пород на территории Белгородской области выделяют: чистый белый пясчий мел, глинистый мел, мергель (мелоподобный, кремнеземистый).

1.5 Инженерно-геологические особенности строения меловых массивов г. Белгорода по материалам предыдущих изысканий

В пределах г. Белгорода имеют широкое распространение меловые отложения, представленные белым писчим мелом и мергелем. Меловые отложения часто залегают на небольшой глубине или выходят на дневную поверхность, что обуславливает их использование в качестве естественного основания для фундаментов различных сооружений.

Мелоподобные породы и мел составляют отдельную группу пород с отличными от других карбонатных пород инженерно-геологическими свойствами. Мел, наряду с такими грунтами как почва, насыпные и просадочные суглинки, по нашему мнению, относится к категории специфических грунтов.

Согласно ГОСТ 25100-2011 [9] мел относится к категории полускальных грунтов, однако, при увлажнении он обладает рядом специфических свойств. При водонасыщении прочностные и деформационные свойства мела существенно изменяются. Предел прочности на одноосное сжатие мелов при водонасыщении снижается на 43%. Во влажном состоянии мел уже не обнаруживает прямолинейной зависимости между напряжением и деформацией и переходит в пластичное состояние. Несмотря на достаточную прочность в естественном состоянии, мел относится типично к пльвунным породам, проявляя очень резкое снижение прочности при нарушении структуры в определенном диапазоне влажности (около границы текучести). С увеличением влажности мела снижаются и его деформационные характеристики.

По дисперсности чистые мелы соответствуют дисперсности грубых глин, по агрегатному составу – пылеватым супесям и пылеватым пескам, по влагоемкости, по числу и показателям пластичности они относятся к категории суглинков. Глинистый мел и мергель относятся к глинам и нередко к пылеватым суглинкам и отличаются заметно более плотным сложением [10].

Таким образом, специфические свойства мела создают определенные трудности при изучении его физико-механических свойств в процессе инженерно-геологических изысканий. Мел, как основание сооружений имеет самые различные физико-механические свойства, зависящие от многих факторов (геоморфологической приуроченности, глубины залегания, гидрогеологических условий).

В зависимости от геоморфологической приуроченности меловые отложения района г. Белгорода можно разделить на слои и зоны (рис.1.7) [11, 12].

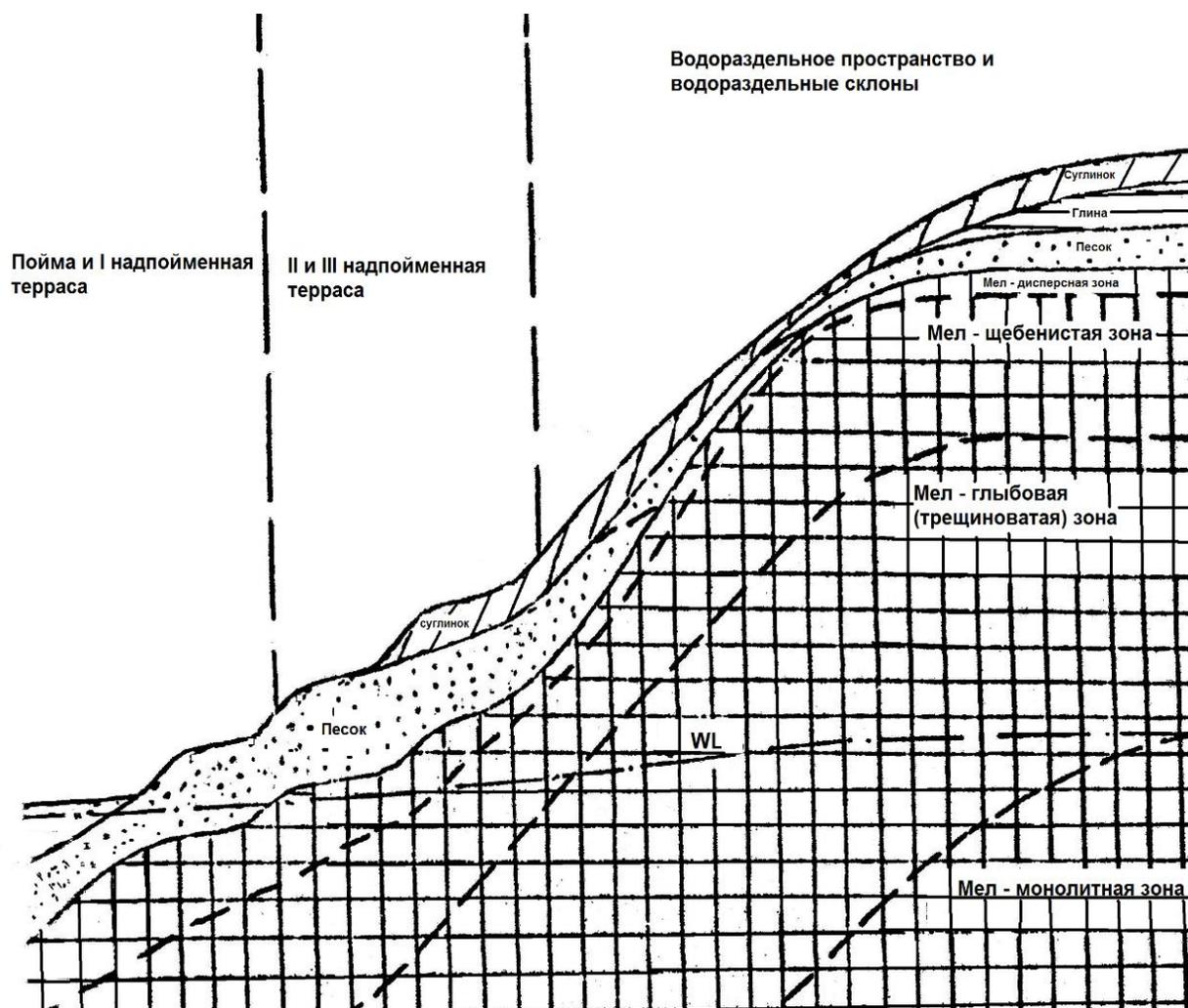


Рисунок 1.7 – Геоморфологическая схема с выделенными слоями и зонами меловых отложений г. Белгорода

Приведем краткую характеристику выделенных по геоморфологическому признаку слоев и зон меловых отложений.

1. пойменная часть и I-я надпойменная терраса

В поймах рек (р. Везелка, р. Северский Донец, и др.) кровля мела залегает на глубине 3,0-11,0 м от дневной поверхности. Выше кровли мела залегает толща аллювиальных отложений, представленных в верхней части разреза: суглинками, илами, глинами, супесями, а в нижней части - мелкозернистыми песками. Аллювиальные отложения и мел находятся в водонасыщенном состоянии.

По данным бурения, полевых опытных работ и лабораторных исследований меловые отложения в поймах рек и в пределах I-й надпойменной террасы можно разделить на 2 зоны.

1) дисперсная зона (мел сильновыветрелый).

В первой зоне мел разрушен процессами выветривания до пастообразного состояния и представляет собой глиноподобную массу с включениями мелких непрочных обломков и дресвы коренного мела. Количество глиноподобного мела (мелового заполнителя с максимальным, диаметром частиц до 2 мм) достигает 60% и колеблется в основном в пределах 30-50% и, следовательно, мел в дисперсной зоне согласно ГОСТ надо рассматривать как глинистый грунт, причем физико-механические свойства его можно определять по заполнителю (пастообразной массе).

По данным бурения и полевых опытных работ мощность дисперсной зоны колеблется в пределах 3-4 м и лишь иногда достигает 5-6 м. В целом, с некоторым запасом, мощность данной зоны можно принимать 4-4,5 м.

2) щебенистая зона (мел выветрелый).

В данной зоне мел менее разрушен процессами выветривания, чем в дисперсной зоне и представляет собой массив щебенистых обломков с включениями дресвы "сцементированных" между собой глинистым заполнителем (из мела). Количество мелового глинистого заполнителя колеблется в основном в пределах 20-50%.

Мощность щебенистой зоны достигает 10-12 м. Четкого перехода между дисперсной и щебенистой зонами не существует. В большинстве своем дисперсная зона плавно переходит в щебенистую. Мел в данной зоне водонасыщенный. В нижней части щебенистая зона переходит в (трещиноватую зону).

2. Вторая и третья надпойменная террасы.

На II и III надпойменных террасах кровля мела залегает на глубине 12-15 м от дневной поверхности под толщей песчаных аллювиальных отложений. Ввиду глубокого залегания кровли мела его физико-механические свойства изучались недостаточно. Однако, по данным визуальных наблюдений на обнажениях выделяются дисперсная и щебенистая зона.

Мощность дисперсной зоны колеблется в пределах 4-5 м (такая же, как и в пойменной части рек). Мощность щебенистой зоны точно не установлена и составляет около 10,0 м.

Физико-механические свойства мела в дисперсной и щебенистой зонах примерно такие же, как и в зонах на поймах рек. Но так как кровля мела на II и III террасах местами залегает выше уровня грунтовых вод, то показатели прочностных и деформационных свойств мела выше, чем у мела в пойменной части рек.

3. Водораздельные пространства и склоны.

На водораздельных пространствах кровля мела залегает на глубине обычно свыше 15-20 м и мел непосредственно в качестве естественного основания не используется. Выше мела залегают отложения четвертичной, неогеновой и палеогеновой систем, представленных твердыми суглинками, глинами и мелкозернистыми песками плотного сложения, которые являются достаточно надежным основанием. На водораздельных склонах глубина залегания кровли мела колеблется в пределах от 1 до 20 м и местами мел выходит на дневную поверхность. Чаще всего глубина залегания мела составляет 4-8,0 м. Сверху на водораздельных склонах мел прикрыт обычно коричневыми суглинками твердой консистенции с подчиненными прослоями

и линзами разнoзернистого песка. Суглинки местами обладают просадочными свойствами.

По данным бурения, лабораторных исследований и полевых опытных работ меловые отложения на водораздельных пространствах и склонах в пределах активной зоны существующей застройки можно разделить также на 2 зоны. Необходимо отметить, что на водораздельных склонах меловой толщи наблюдаются карстовые и суффозные процессы.

В поймах рек по инженерно-геологическим условиям (водонасыщенные слабые грунты, ил, торф и т.п.) обычно применяют свайные фундаменты из забивных свай, причем нижние концы свай часто погружаются в мел. При наличии данных статического зондирования грунтов вопрос определения несущей способности забивных свай не представляет собой сложности и решается быстро. Если же данные статического зондирования отсутствуют, то определение несущей способности свай, погружаемых в мел представляет большую сложность, т.к. в нормативных документах отсутствуют данные по сопротивлению мела под нижними концами забивных свай и трение грунтов по их боковой поверхности.

Аналогичные условия наблюдаются на I-й надпойменной террасе, однако здесь нужен дополнительный анализ инженерно-геологических условий, т.к. грунты, слагающие верхнюю часть разреза I-й террасы по сравнению с грунтами, слагающими пойму, имеют более высокие физико-механические свойства и на них для 2-х-5 этажных зданий возможно устройство обычных фундаментов неглубокого заложения.

Рекомендуемая глубина погружения свай в водонасыщенных мелах не менее 4-5 м от его кровли. В этом случае сваи будут полностью проходить дисперсную зону мела и опираться на щебенистую зону, которая имеет более высокие физико-механические характеристики, необходимые для расчетов свай по предельному состоянию.

По данным статического зондирования и пробным забивкам свай установлено, что при забивке свай в водонасыщенный мел их фактические отказы

в процессе забивки в 2 и более раза больше проектных, что объясняется тиксотропными свойствами мела при динамических воздействиях [10].

1.6 Характеристика физико-механических свойств пещего мела

Особенные (специфические) свойства мела как элювиального грунта (его раздробленность, неоднородность, наличие крупных включений) создают определенные трудности при изучении его физико-механических свойств в процессе инженерно-геологических изысканий.

В современных инженерно-геологических классификациях пород мел и мергели, как правило, относятся к жестким, полускальным породам, обладающим прочностью в сухом состоянии выше 5 МПа и в водонасыщенном – менее 5 МПа. Мел и мергели согласно классификации М.М. Протодьяконова принято относить к средним по крепости породам с коэффициентом 2,0 для плотных коренных пород и 0,8 – для рыхлых. Н.Н. Маслов (1957) относит мел по его свойствам к классу особых пород наряду с лессами, илами, почвами, торфом, намывными и насыпными грунтами. Мергели он включает в группу глинистых пород. По классификации карбонатных пород Б.В. Залесского, А.И. Корсунского и В.В. Лапина, мел можно отнести к группе криптокристаллических и пелитоморфных пород, с преобладанием частиц диаметром 0,01-0,005 и 0,005-0,003 мм [8].

Физико-механические свойства мела разнятся от региона залегания меловых отложений [13]. В таблице 1.4 указана сводная информация физико-механических свойств мела различных регионов.

В сухом состоянии мел представляет плотную породу, обладающую значительной прочностью; в водонасыщенном состоянии он приобретает мягкую консистенцию и растирается руками до отдельных мельчайших частиц.

Мел достаточно легко диспергируется в водной среде. По данным гранулометрических анализов М.М. Васильевского (1933) и Е.М. Сергеева и

Г.А. Сидоровой (1950), проведенных с применением глауберовой соли и с аммиаком при кипячении, основная часть мела (77-80%) представлена частицами диаметром от 0,05 до 0,005 мм. Более крупные частицы состоят из обломков фораминифер, иноцерамов, спикул губок и пр. По данным А.И. Иванова, основная часть мела состоит из частиц диаметром меньше 10 мк, в среднем около 3 мк.

Таблица 1.4 – Физико-механические свойства мела различных регионов

Район	ρ_s , г/см ³	ρ , г/см ³	e , доли ед.	w , %	φ , град.	c , МПа	Временное сопротивле- ние сжатию, МПа
Ровно	2.68- 2.73	1.65- 1.85	0.63- 1.00	0.21- 0.34	–	–	–
Москва	2.65	1.40	2.4	0.81	10	0.025	–
Губкин, Белгородская обл.	–	1.90	0.83	0.30	–	–	2
Белгород	–	1.88	0.84	0.27	–	–	–
Донбасс	2.30- 2.84	1.44- 1.78	—	0.11- 0.30	25- 30	0.02- 0.07	2.5-7.5
Вольск	–	–	–	0.11- 0.16	–	–	1.1-2
Приднестровье	2.62- 2.74	1.22- 1.20	0.51- 1.20	–	30- 32	0.44- 0.5	1.7-2.8

По гранулометрическому составу мел является монодисперсной породой: на 80-85% он сложен частицами пылеватой фракции (0,05 – 0,005 мм), глинистые частицы практически отсутствуют, в песчаной фракции преобладают частицы размером 0,1– 0,005 мм.

Естественная плотность чистого пещего мела колеблется от 1,2 до 1,8 г/см³, пористость – от 47 до 54%. С увеличением глинистых примесей пористость мела снижается, иногда до 30 %.

Для отложений мела характерна трещиноватость. Местами трещины

настолько развиты, что породы превращаются в дресву – элювий мела. С глубиной в мелах наблюдается хорошо выраженные горизонтальные пластовые и перпендикулярные им вертикальные трещины. Эти трещины прямолинейны и хорошо выражены на больших расстояниях. Они обычно заполнены меловой мукой.

Помимо этих видимых трещин, в чистых мелах при пропитывании их трансформаторным или машинным маслом вследствие адсорбции полярных компонентов проявляются скрытые жильчатые текстуры, представляющие собой систему пересекающихся мельчайших трещин (жилок).

Коэффициент фильтрации плотных мелов очень мал – от 10^{-5} до 10^{-6} см/сек. Следовательно, фильтрация воды в породах происходит в основном по трещинам.

Мел гидрофильный, но гигроскопичность мала (0,1-0,3%) вследствие малой дисперсности и малой величины активной поверхности. Число пластичности равно 9-10. Мел влагоемок. В сухом состоянии он жадно впитывает воду, но полной водонасыщенности практически не достигает из-за большого количества содержащегося в порах воздуха. Даже после двух-трех месяцев нахождения мела в воде не удается достичь полного водонасыщения [8]. В таблице 1.5 показаны некоторые физико-механические характеристики мела в водонасыщенном и сухом состоянии [13].

Таблица 1.5 – Физико-механические характеристики мела в сухом и водонасыщенном состоянии

Характеристика	Сухой мел	Водонасыщенный мел
Временное сопротивление сжатию, МПа	2.7-4.5	0.55-2.5
Коэффициент Пуассона	0.29-0.33	0.37-0.39
Угол внутреннего трения, градусов	24-30	1-5
Удельное сцепление, МПа	0.7-8.7	0.41-0.77

Естественная влажность мела колеблется от 20 до 35%, причем она часто близка или превосходит влажность, соответствующую его границе текучести.

Твердость мела по шкале Мооса меньше единицы. Временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии колеблется от 1,0 до 4,5 МПа для чистых разностей. С увеличением глинистости прочность его существенно возрастает, иногда до 15 МПа. Сила сцепления на разрыв для чистых разностей равна 0,2-0,9 МПа, для глинистых 1,7-2,6 МПа.

По Н.Н. Маслову, угол внутреннего трения для мела равен $24-30^{\circ}$, величина сцепления 0,7-0,8 МПа при раздавливании образцов в условиях всестороннего сжатия. Предварительное всестороннее обжатие мела значительно увеличивает его прочность, вследствие вторичной цементации, но плотность его при этом не изменяется.

Мел характеризуется очень высокой пористостью – от 30-32 до 50-55%. В зависимости от пористости механическая прочность также колеблется в широких пределах. У воздушно-сухих образцов с пористостью более 45% она не превышает 3-4 МПа, а при пористости 30% может достигать 15-20 МПа.

В водонасыщенном состоянии свойства мела существенно изменяются. Прочность его начинает снижаться уже при влажности 1-2%. Временное сопротивление сжатию падает в два-три раза с увеличением влажности до 25-30%. После двухмесячного пребывания мела в воде временное сопротивление его сжатию снизилось с 3,0 до 1,7 МПа, а величина внутреннего трения за три месяца снизилась с 25 до 2 градусов [8].

Физико-механические характеристики мела изучены также по архивным материалам технических отчетов по инженерно-геологическим изысканиям, которые хранятся на кафедре прикладной геологии и горного дела. Результаты представлены в приложении А.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Карбонатная толща меловых отложений Белгородской области представлена мелом туронского, коньякского, сантонского, кампанского и

маастрихтского ярусов. В районе г. Белгорода – сантонского и кампанского ярусов.

2. Мел является специфическим грунтом, слабосцементированной дисперсной структурированной карбонатной породой, отличающейся значительной изменчивостью физико-механических свойств при изменении влажности и нарушении структуры. Глинистые примеси способствуют повышению гидрофильности, плотности и прочности мела.

3. В зависимости от геоморфологической приуроченности меловые отложения района г. Белгорода можно разделить на слои и зоны: дисперсная, щебенистая, глыбовая и монолитная; в кровле мел часто находится в выветрелом состоянии с различной степенью влажности и значительной изменчивостью физико-механических свойств.

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Методика лабораторных исследований механических свойств мела в сильновыветрелом состоянии

Материалом для исследования механических свойств послужил мел месторождения «Зеленая Поляна» г. Белгорода, структурно-текстурные особенности которого были нарушены путем механического воздействия.

Разрушенный мел высушен при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и просеян через сито с диаметром отверстий 2 мм.

С целью исследования влияния консистенции на характер изменения физико-механических характеристик к разрушенному мелу в чаше затворения добавлялось необходимое количество воды для создания в меловом грунте твердой, полутвердой и мягкопластичной консистенции.

Необходимое для доувлажнения грунта количество воды (Q) определялось по формуле [2.1]:

$$Q = \frac{m_1}{1 + 0,01 \cdot W_1} \cdot 0,01(W_2 - W_1), \quad (2.1)$$

где Q – количество воды, г; m_1 – масса грунта для испытания, г; W_1 – влажность грунта первоначальная, %; W_2 – исходная влажность грунта, %.

Грунтовая масса тщательно перемешивалась шпателем и из нее бралась контрольная проба для определения влажности.

Для определения влажности использовалось следующее оборудование: сушильный шкаф; лабораторные весы; металлические бюксы и шпатель.

Влажность грунта w , %, вычисляют по формуле [2.2]:

$$w = 100 \frac{m - m_0}{m_0 - m} \quad (2.2)$$

где m_0 – масса высушенного грунта с бюксом, г; m_1 – масса влажного грунта с бюксом, г; m – масса пустого бюкса, г.

Подготовленный с необходимой влажностью грунт в дальнейшем использовался для изготовления образцов для механических испытаний. Для этого использовались стандартные режущие кольца для компрессионных, сдвиговых и стабиллометрических испытаний.

Для мелового грунта с разной влажностью путем взвешивания заполненных режущих колец определена плотность. При этом использовалось следующее оборудование: режущие кольца; лабораторные весы; штангенциркуль; нож; вазелин или консистентная смазка.

Плотность грунта ρ , г/см³, вычислялась по формуле [2.3]:

$$\rho = (m - m_0 - m_2)/V, \quad (2.3)$$

где m_1 – масса грунта с кольцом и пластинками, г; V – внутренний объем кольца, см³; m_2 – масса пластинок, г; m_0 – масса кольца, г [14].

Коэффициент пористости e , д. е., определялся по формуле [2.4]:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (2.4)$$

ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³; ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ [15].

Плотность сухого грунта (скелета) ρ_d , г/см³, определялась по формуле [2.5]:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}, \quad (2.5)$$

где w – естественная влажность грунта, % ; ρ – плотность грунта, г/см³ [15].

Показатель текучести I_L , д. е. – показатель состояния (консистенции) глинистых грунтов, определяется по формуле [2.6]:

$$I_L = \frac{w - w_P}{I_P}, \quad (2.6)$$

где I_P – число пластичности, %; w – естественная влажность, %; w_P – влажность на границе раскатывания, % [15].

Пористость грунта n , %, определялась по формуле [2.7]:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s}, \quad (2.7)$$

где ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³; ρ_s – плотность частиц грунта, г/см³ [15].

Число пластичности I_P , %, определялось по формуле [2.8]:

$$I_P = w_L - w_P, \quad (2.8)$$

где w_P – влажность на границе раскатывания, % w_L – влажность на границе текучести, % (ГОСТ 5180) [15].

Для характеристики физического состояния грунта определялся также коэффициент водонасыщения (степень влажности) S_r , который характеризует относительную долю заполнения пор водой в данном грунте и определяется по формуле [2.9]:

$$S_r = \frac{W \rho_s}{e \rho_w}, \quad (2.9)$$

При определении механических характеристик в соответствии с ГОСТ 12248-2010 значение максимального нормального давления p_{\max} устанавливаются в зависимости от предполагаемого напряженного состояния грунтового массива (с учетом передаваемых на основание нагрузок и бытового давления).

Значения нормальных давлений p_{\min} и p_i , при которых определяют сопротивление срезу τ , устанавливают, как часть p_{\max} (например, $0,25 p_{\max}$, $0,5 p_{\max}$ и т.д.) [15].

При условии строительства здания этажностью 16 и более этажей нагрузка на фундамент составит не менее 250 кН, или 25 т/м^2 . Если размеры свайного фундамента (ширина и длина) принять равным 3 м, то общую нагрузку на фундамент получим равной 2250 кН.

По результатам изучения материалов предыдущих изысканий установлено, что средняя глубина залегания кровли меловых грунтов в районе г. Белгорода составляет 10 м.

Определим величину давления на грунт под подошвой фундамента по формуле [2.10]:

$$p_o = p - \sigma_{zq,o}, \quad (2.10)$$

где $p = (F_{V,II} + G_{m,II} + G_{uh,II}) / A = 2250 + 1836 + 243 / (3 \cdot 3) = 481 \text{ кПа}$.

Вес фундамента: $G_1 = 0,85 \cdot b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{бет}} = 0,85 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 24 = 1836 \text{ кН}$.

Вес грунта на обрезах фундамента: $G_2 = 0,15 \cdot b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{гр}} = 0,15 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 18 = 243 \text{ кН}$.

Таким образом, при проведении механических испытаний смоделируем в приборах установленные нагрузки. При проведении испытаний методом одноплоскостного среза и методом трехосного сжатия величины вертикальных и всесторонних давлений составят: 120, 240, 360 и 480 кПа. При проведении компрессионных испытаний величина максимальной ступени вертикальной нагрузки составит 500 кПа.

Механические характеристики определены на измерительно-вычислительном комплексе «Автоматизированные системы испытаний в строительстве» (ИВК АСИС-1) производства ООО «НПП «ГЕОТЕК». Обработка результатов механических испытаний проводилась с использованием программы «АСИС Report».

Метод одноплоскостного среза. Испытание мелового грунта методом одноплоскостного среза проводили для определения следующих характеристик прочности: угол внутреннего трения φ и удельного сцепления c .

Испытания на срез выполнены на статическом устройстве одноплоскостного среза ГТ 1.2.9 в составе ИВК АСИС-1. Предварительное уплотнение образцов перед сдвигом осуществлялось в приборе предварительного уплотнения ГТ 1.2.5.

Сопротивление грунта срезу определялось, как предельное среднее касательное напряжение, при заданном нормальном напряжении. Для определения частных значений φ и c проводилось не менее трех испытаний идентичных образцов при различных значениях нормального напряжения.

На рисунке 2.1 представлен монитор ПК в момент испытаний методом одноплоскостного среза.

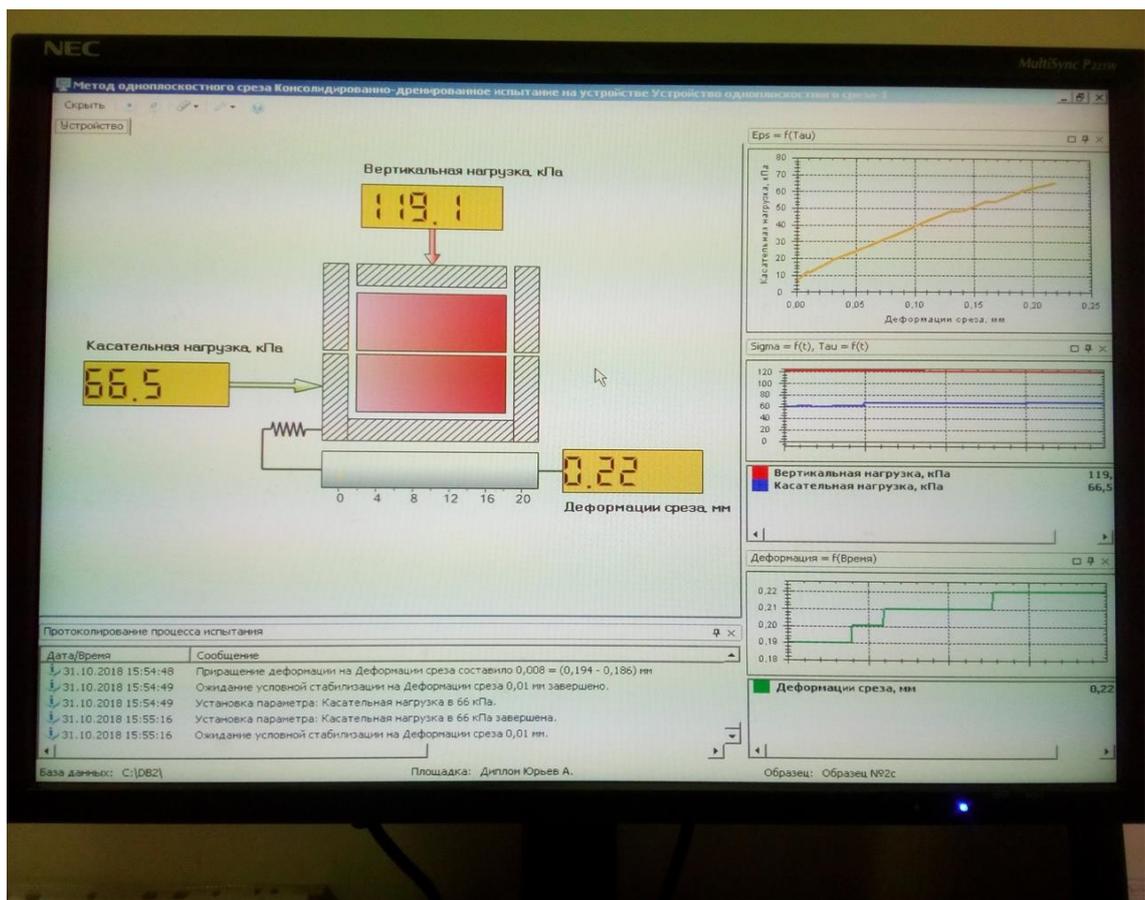


Рисунок 2.1 – Монитор ПК в момент испытаний методом одноплоскостного среза

Испытания проводились по схеме консолидированно-дренированный (медленный) срез и определялись эффективные значения φ и c .

В программе испытаний задавались следующие параметры:

– нормальное давление в одну ступень, равное давлению, при котором образец грунта предварительно уплотнялся в приборе предварительного уплотнения;

– время предварительного уплотнения: 30 минут.

– величину ступени касательной нагрузки – не более 5% от величины нормального давления;

– условную стабилизацию деформации среза: время – 1 минута;

– период – 10 секунд;

– параметр – 0,01 мм;

– предельную деформацию среза – 7 мм.

Метод одноосного сжатия. Испытание мелового грунта методом одноосного сжатия производилось для определения предела прочности на одноосное сжатие R_c , а также определен модуль деформации и коэффициент Пуассона.

Предел прочности на одноосное сжатие R_c определяют, как отношение приложенной к образцу вертикальной нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади его первоначального поперечного сечения.

Для испытаний использовались образцы грунта с необходимой влажностью, подготовленные в режущем кольце для стабилметрических испытаний диаметром 38 мм и высотой 76 мм, и извлеченные из кольца с помощью выталкивателя. На рисунке 2.2 представлен образец грунта в установке одноосного сжатия.



Рис. 2.2 – Установка одноосного сжатия

Нагружение образца грунта проводилось непрерывно со скоростью 2 мм/мин. В процессе испытаний фиксировались вертикальные и радиальные деформации (рисунок 2.3). Испытание производилось до разрушения образца. Модуль деформации и коэффициент Пуассона устанавливались при напряжении до 50% - 60% значения R_c .

Предел прочности на одноосное сжатие R_c , МПа, полускального грунта и глинистого при 0,1 вычисляются с точностью $\varepsilon \leq 0,1$ МПа по формуле [2.11]:

$$R_c = 10 \frac{F}{A_0} \quad (2.11)$$

где F - нагрузка, при которой происходит разрушение, кН; A_0 - начальная площадь поперечного сечения образца грунта, см.

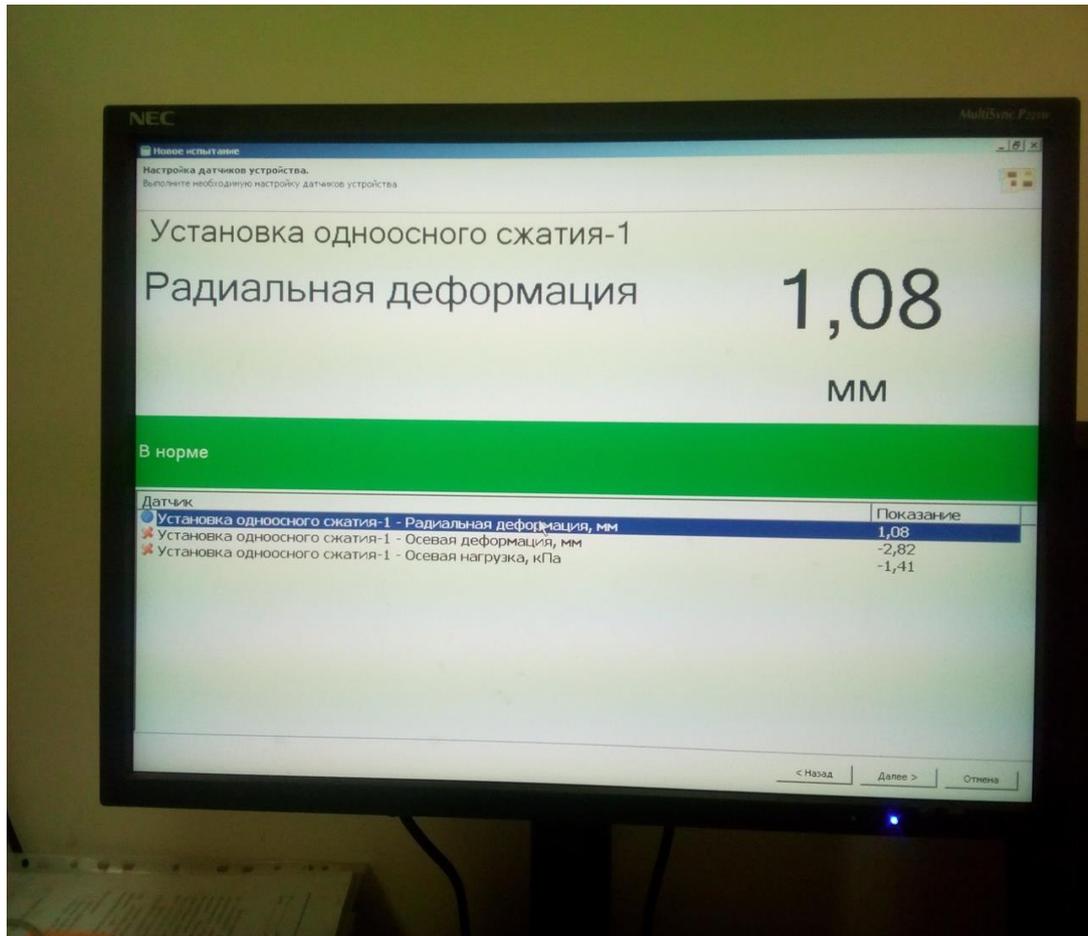


Рис. 2.3 – Монитор ПК в момент испытаний методом одноосного сжатия

Модуль деформации E и коэффициент Пуассона ν в заданном диапазоне напряжений $\Delta\sigma$ вычисляют по нагрузочным ветвям зависимостей $\varepsilon_1=f(\sigma)$ и $\varepsilon_2=f(\sigma)$ по формулам: [2.12], [2.13]:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}, \quad (2.12)$$

$$\nu = \frac{\Delta\varepsilon_2}{\Delta\varepsilon_1}. \quad (2.13)$$

Метод трехосного сжатия. Испытание мелового грунта методом трехосного сжатия проводилось для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: угла внутреннего трения φ , удельного сцепления c и модуля общей деформации.

В камерах давления деформирование образцов происходит в условиях трехосного осесимметричного как статического, так и кинематического

нагружения с возможностью ограниченного бокового расширения образца при $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$. Здесь σ_1 – максимальное главное вертикальное напряжение; σ_2, σ_3 – минимальные, они же промежуточные главные горизонтальные напряжения.

Совокупность камеры давления, средств измерения и устройства силового нагружения называют *прибором трехосного сжатия*, или *стабилометром*.

Испытания проведены в камере давления типа Б на универсальной силовой установке для ВУЗов, представленной на рисунке 2.5.



Рис. 2.5 – Стабилометр

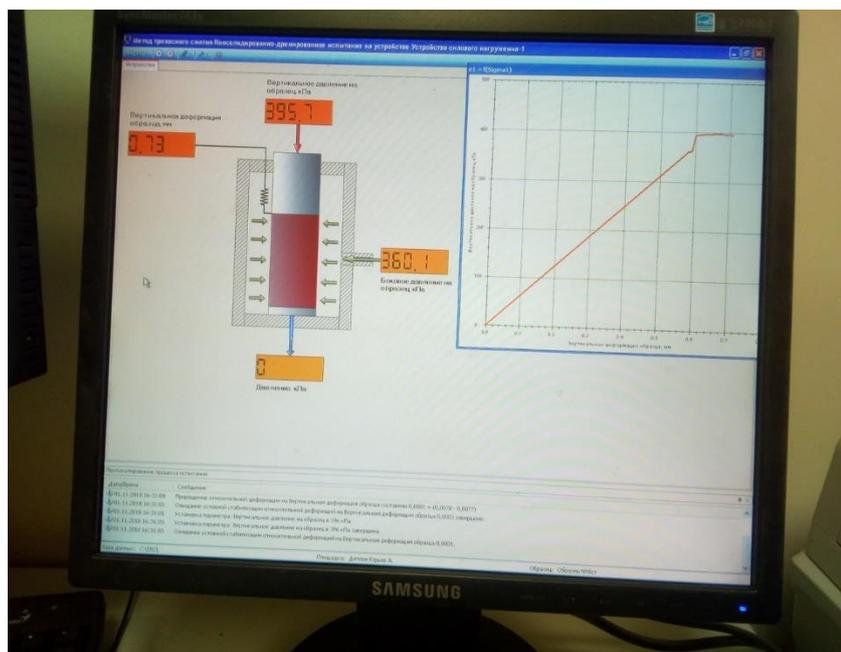


Рис. 2.4 – Монитор ПК в момент испытаний методом на трехосное сжатие

Испытания проведены по схеме консолидированно-дренированное (КД) испытание.

Для испытаний использовались образцы грунта с необходимой влажностью, подготовленные в режущем кольце для стабилметрических испытаний диаметром 38 мм и высотой 76 мм. При помощи выталкивателя образец извлекался из цилиндра, измерялась его высота и диаметр и взвешивался.

Торцы образца покрывались влажными бумажными фильтрами и помещали его на основание камеры, снабженной насыщенным водой пористым диском. С помощью расширителя на образец надевалась резиновая оболочка. Сверху устанавливался верхний штамп [16].

При проведении КД испытаний образец грунта с заданной влажностью уплотнялся всесторонним давлением. Консолидация проводилась при всесторонних давлениях: 240, 360 и 480 кПа.

После уплотнения образец грунта испытывался для определения характеристик прочности и деформируемости.

При статическом режиме вертикальное давление на образец передавалось ступенями до 10% от заданного всестороннего давления в камере. Испытание проводилось до разрушения образца (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Разрушенный образец мела

Для определения частных значений φ и c испытывалось не менее трех идентичных образцов исследуемого грунта при различных значениях всестороннего давления на образец. По результатам испытаний строят круги Мора-Кулона, и проводят прямую предельного состояния, как показано на рисунке 2.7.

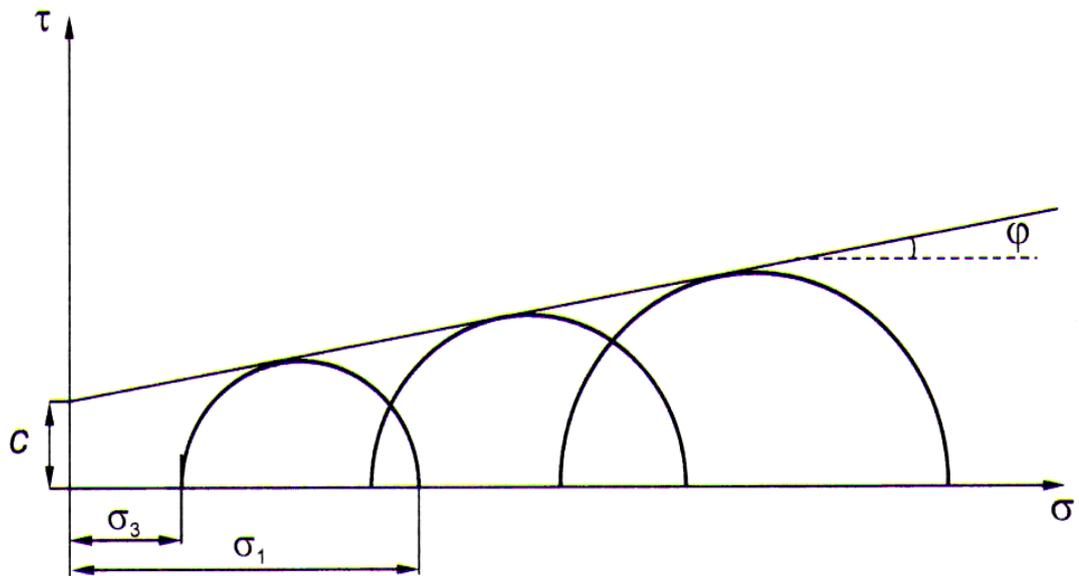


Рисунок 2.7 – Круги Мора-Кулона и прямая предельного состояния

Для определения деформационных характеристик, на графике зависимости $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$ выделялась начальная и конечная точки начального прямолинейного участка. График имеет вид (рисунок 2.8). В результате, модуль общей деформации определен при всесторонних давлениях 240, 360 и 480 кПа.

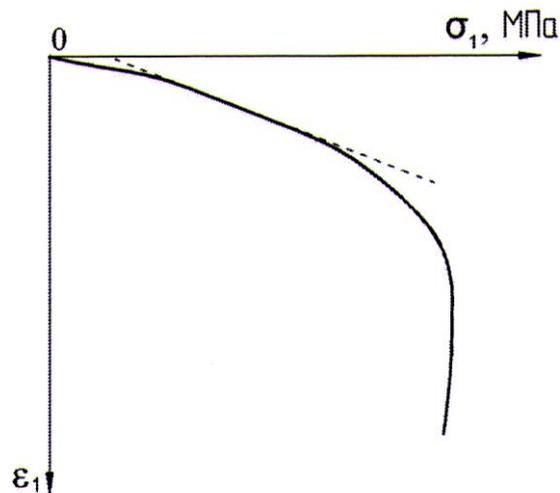


Рисунок 2.8 – График зависимости $\varepsilon_1 = f(\sigma_1)$

Метод компрессионного сжатия. Испытание грунта методом компрессионного сжатия проводилось для определения следующих характеристик деформируемости: коэффициента сжимаемости m_0 , модуля деформации.

Эти характеристики определялись по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одометрах), исключающих возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Диапазон давлений, при которых проводились испытания: от 25 до 500 кПа. Нагружение образца проводилось ступенями нагрузки равномерно, без ударов. На каждой ступени нагружения образца регистрировались вертикальные деформации.

Сжимаемость грунтов характеризуют указанные далее показатели.

Коэффициент сжимаемости m_0 характеризует изменение коэффициента пористости e_i и e_{i+1} при соответствующем изменении нагрузки P_i и P_{i+1} и рассчитывается по формуле [2.14]:

$$m_0 = \frac{e_i - e_{i+1}}{P_{i+1} - P_i} \quad (2.14)$$

Этот показатель – величина безразмерная и вычисляется с точностью до $0,001 \text{ МПа}^{-1}$.

Используя значение коэффициента сжимаемости m_0 , вычисляют *коэффициент относительной сжимаемости* m_v по формуле [2.15]:

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0} \quad (2.15)$$

Модуль общей деформации E – коэффициент пропорциональности между приложенной нагрузкой P и относительной деформацией ε .

Одометрический модуль деформации E_{oed} и модуль деформации по данным компрессионных испытаний E_k , МПа, в заданном интервале давлений p (секущие модули) вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формулам: [2.16], [2.17], [2.18], [2.19]:

$$E_{oed} = \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon}, \quad (2.16)$$

$$E_k = E_{oed} \times \beta, \quad (2.17)$$

$$E_k = \frac{1 + e_0}{m_0} \beta, \quad (2.18)$$

$$E_k = \frac{\beta}{m_v}, \quad (2.19)$$

где $\Delta \varepsilon$ – изменение относительного сжатия, соответствующие ΔP ; m_0 – коэффициент сжимаемости, соответствующий ΔP ; β – коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе и вычисляемый по формуле [2.20]:

$$\beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1 - \nu}, \quad (2.20)$$

где ν – коэффициент поперечной деформации, определяемый по результатам испытаний в приборах трехосного сжатия или в компрессионных приборах с измерением бокового давления [16].

При расчете модуля общей деформации использовалась величина коэффициента Пуассона, определенного для мелового грунта с заданной влажностью по результатам испытаний методом одноосного сжатия.

Таким образом, для мелового грунта твердой, полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции установлены следующие механические свойства:

1. Модуль общей деформации, который определен методом компрессионного, трехосного и одноосного сжатия;
2. Коэффициент Пуассона, установленный методом одноосного сжатия;
3. Сцепление и угол внутреннего трения, которые определены методом одноплоскостного среза и трехосного сжатия;

4. Предел прочности при одноосном сжатии.

2.2 Результаты лабораторных исследований деформационных характеристик мела

В зависимости от консистенции мел меняет свои деформационные свойства. В таблице 2.1 приведены результаты лабораторных исследований. Модуль общей деформации мела определен методом компрессионного сжатия, трехосного и одноосного сжатия.

Таблица 2.1 – Средние значения модуля общей деформации

Модуль общей деформации, МПа						
компрессионный при давлении			стабилометрический при давлении			при одноосном сжатии
0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,24	0,36	0,48	
Мел твердой консистенции						
15,87	17,23	17,07	11,50	11,44	25,76	44,84
Мел полутвердой консистенции						
13,38	17,99	19,85	21,17	21,58	23,37	46,88
Мел тугопластичной консистенции						
10,95	16,86	19,68	17,25	34,26	36,19	6,04
Мел мягкопластичной консистенции						
9,00	13,60	16,15	20,68	36,06	39,57	4,89

По результатам компрессионных испытаний модуль общей деформации определен в интервалах давлений 0,2-0,3 МПа, 0,3-0,4 МПа и 0,4-0,5 МПа. С увеличением сжимающего напряжения его величина увеличивается.

Для анализа используем данные модуля, полученного при давлении 0,4-0,5 МПа, т.к. именно в этом интервале находится величина давления под подошвой фундамента для здания 16-ти этажей и более. Установлено, что максимальные значения модуля (около 20 МПа) соответствуют тугопластичной и твердой консистенции, а минимальные (16 МПа) – мягкопластичной консистенции.

Приведем примеры компрессионных кривых, полученных для мела различной консистенции (рисунок 2.9).

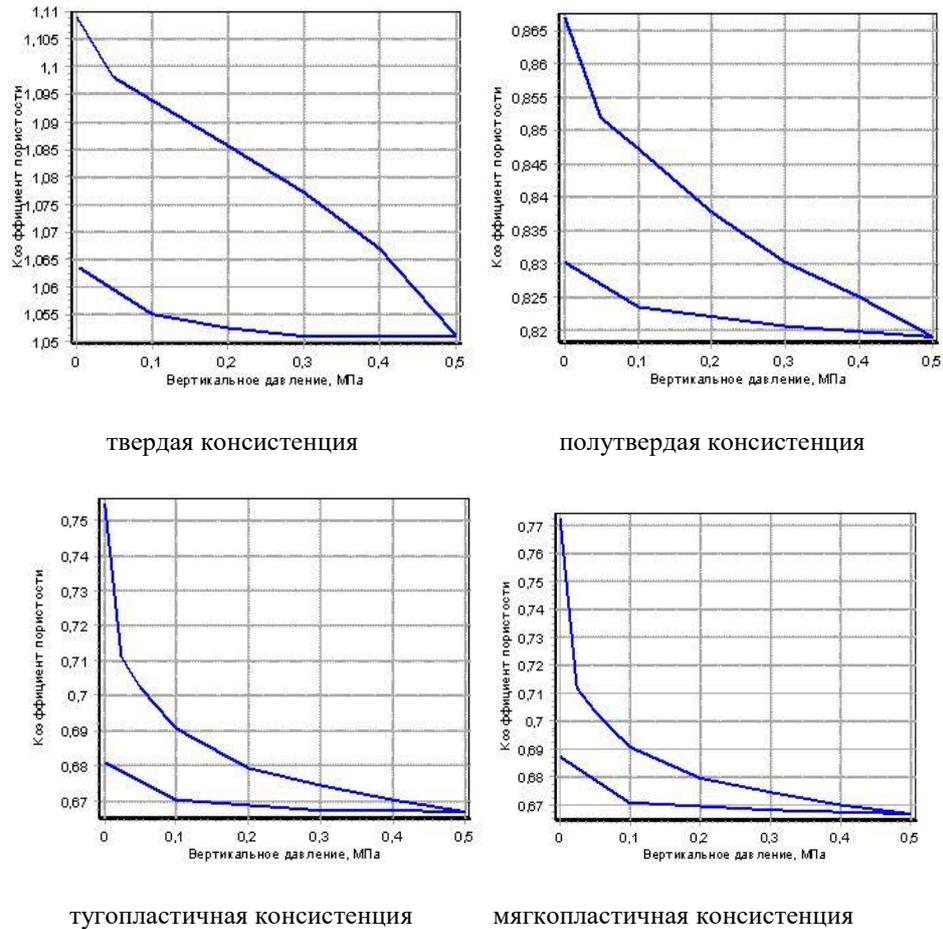


Рисунок 2.9 – Компрессионные кривые для мела разной консистенции

По результатам стабилметрических консолидированно-дренированных испытаний в том же интервале давления (0,48 МПа) установлены значения модуля, которые больше компрессионного модуля общей деформации. С увеличением показателя текучести стабилметрический модуль увеличивается в среднем на 74 %, а наибольший разрыв в значениях соответствует мягкопластичной консистенции - 145 %.

Полученные данные свидетельствуют об увеличении модуля с увеличением показателя текучести. Максимальное значение составило 39,6 МПа (мягкопластичная консистенция), а минимальное (25,76 МПа) при твердой консистенции. Данное обстоятельство может объясняться тем, что при данной

схеме испытаний, на длительной стадии консолидации из образца отжимается вода и восстанавливаются структурные связи в грунте.

Приведем графики зависимостей, полученных по результатам стабилметрических испытаний (рисунок 2.10).

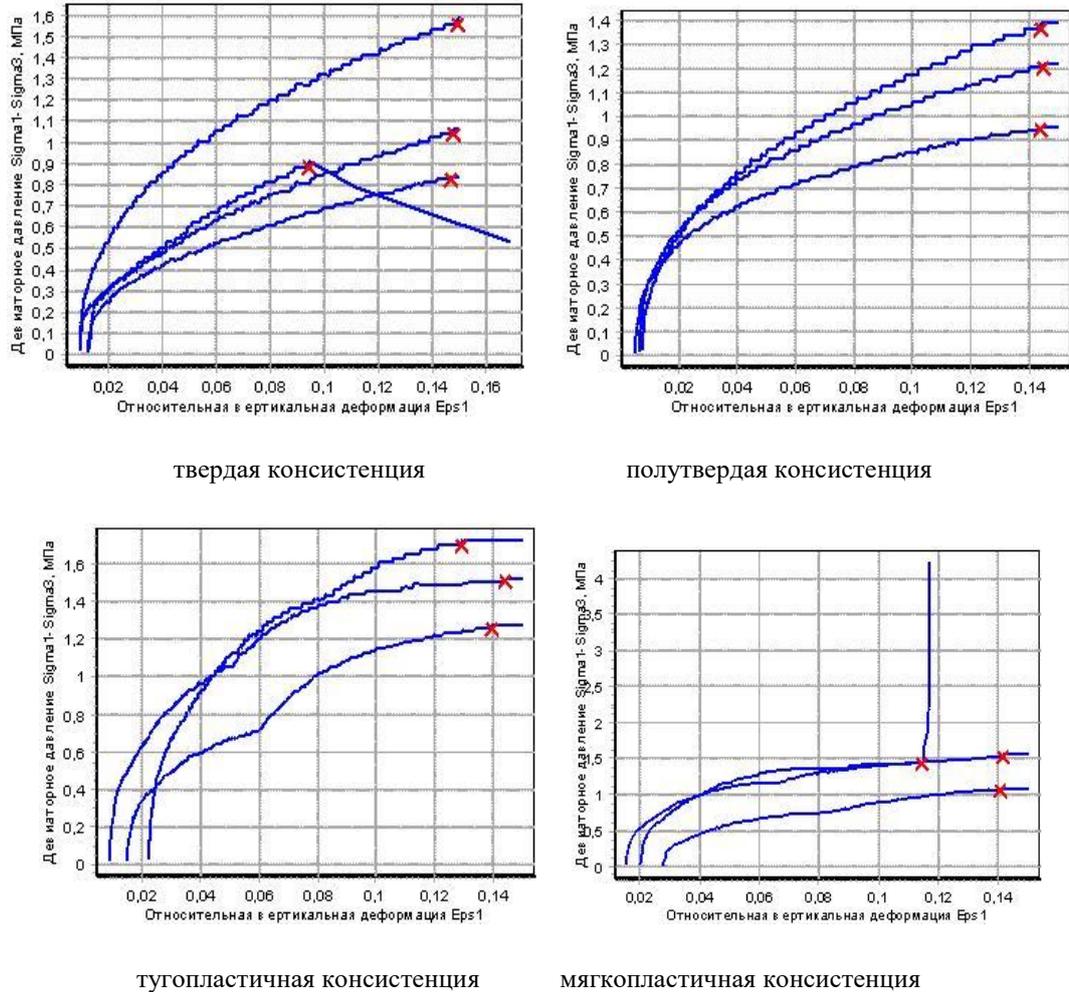


Рисунок 2.10 – Зависимости стабилметрических испытаний

Методом одноосного сжатия установлено, что при увеличении влажности и консистенции от полутвердой к тугопластичной наблюдается резкое уменьшение модуля общей деформации с 47 МПа до 5 МПа.

Приведем графики зависимостей, полученных по результатам одноосных испытаний (рисунок 2.11).

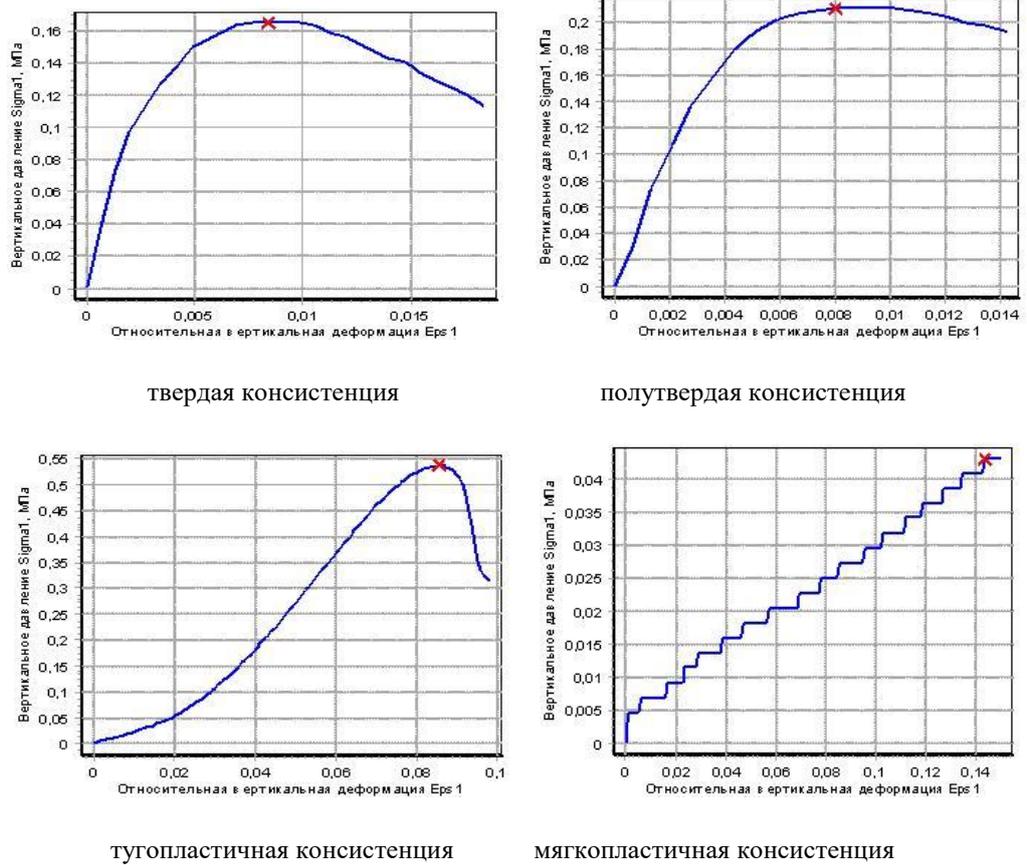


Рисунок 2.11 – Зависимости одноосных испытаний

Сравнительные значения модулей общей деформации мела различной консистенции, полученные разными лабораторными методами, приведем на рисунке 2.12.

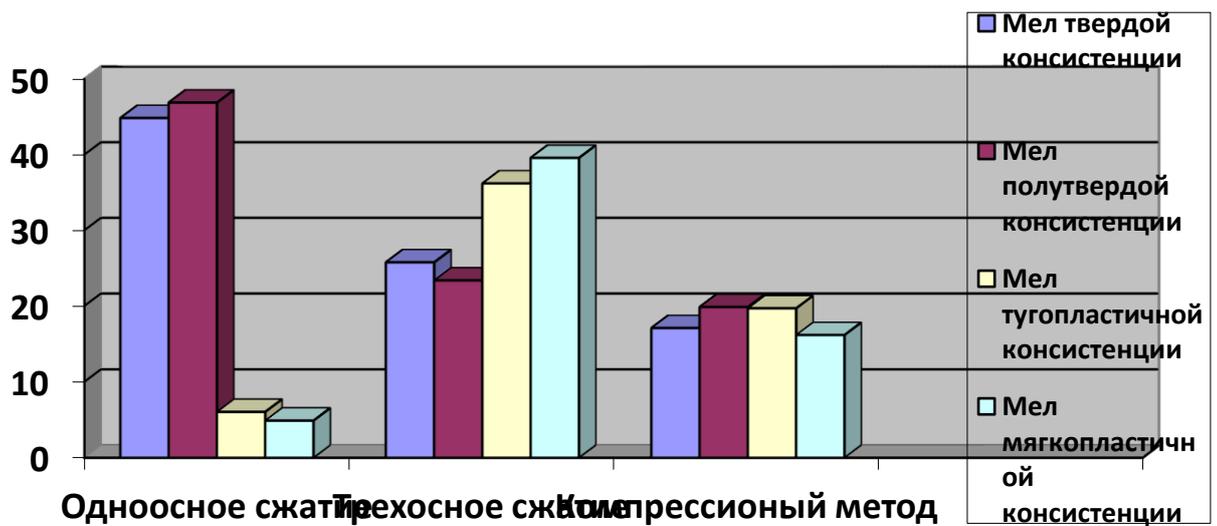


Рисунок 2.12 – Диаграмма зависимости модуля общей деформации от консистенции мела

Методом одноосного сжатия установлены величины коэффициента Пуассона, которые приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Зависимость коэффициента Пуассона от показателя текучести

Показатель текучести, д.е.	Коэффициент Пуассона, д.е.
Мел твердой консистенции	
-0,3	0,33
Мел полутвердой консистенции	
0,13	0,34
Мел тугопластичной консистенции	
0,38	0,41
Мел мягкопластичной консистенции	
0,51	0,43

Из таблицы видно, что с увеличением показателя текучести величина коэффициента Пуассона возрастает с 0,33 до 0,43. Сравнительные значения коэффициента для мела различной консистенции, приведем на рисунке 2.13.

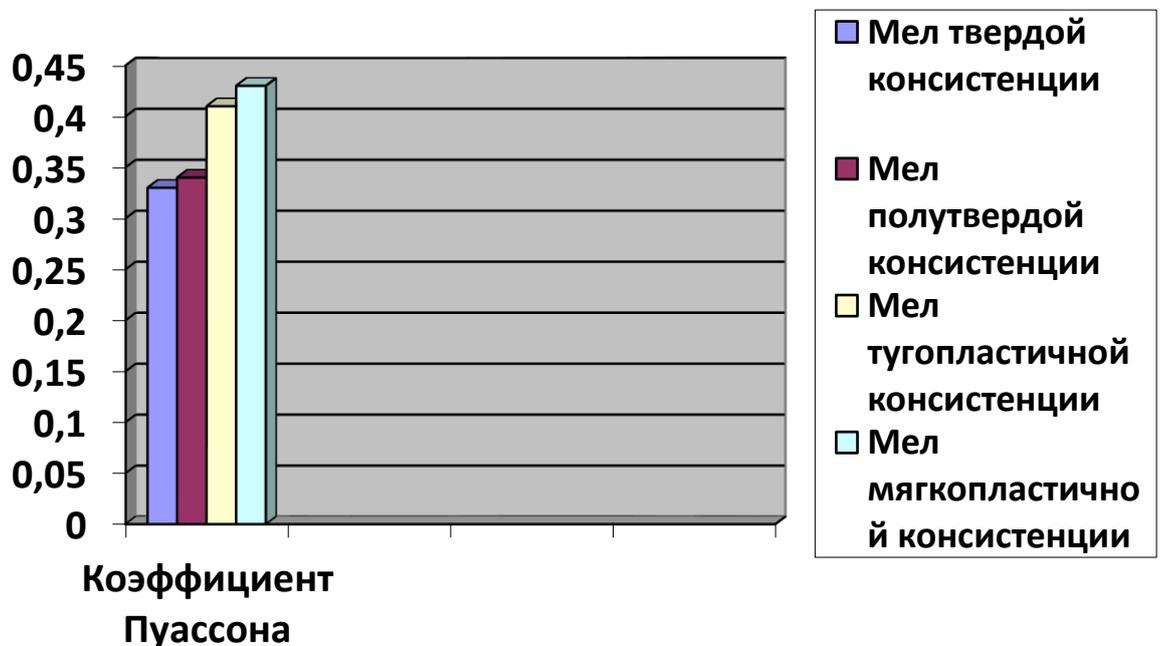


Рисунок 2.13 – Диаграмма зависимости коэффициента Пуассона от консистенции мела

2.3 Результаты лабораторных исследований прочностных характеристик мела

Прочностные параметры мела (угол внутреннего трения и удельное сцепление) установлены двумя методами: методом одноплоскостного среза и методом трехосного сжатия. Результаты испытаний приведены в таблице 2.3.

Из анализа таблицы видно, что по результатам испытаний в стабилometре получены большие значения параметров среза.

Таблица 2.3 – Сравнение прочностных характеристик при разных методах испытаний

Параметры прочности			
Одноплоскостной срез, КД схема		Стабилометр, КД схема	
С, кПа	φ, °	С, кПа	φ, °
Мел твердой консистенции			
110	22	137	27
Мел полутвердой консистенции			
124	21	162	29
Мел тугопластичной консистенции			
35	26	238	25
Мел мягкопластичной консистенции			
25	24	187	30

Приведем графики сдвига для мела различной консистенции (рисунок 2.14).

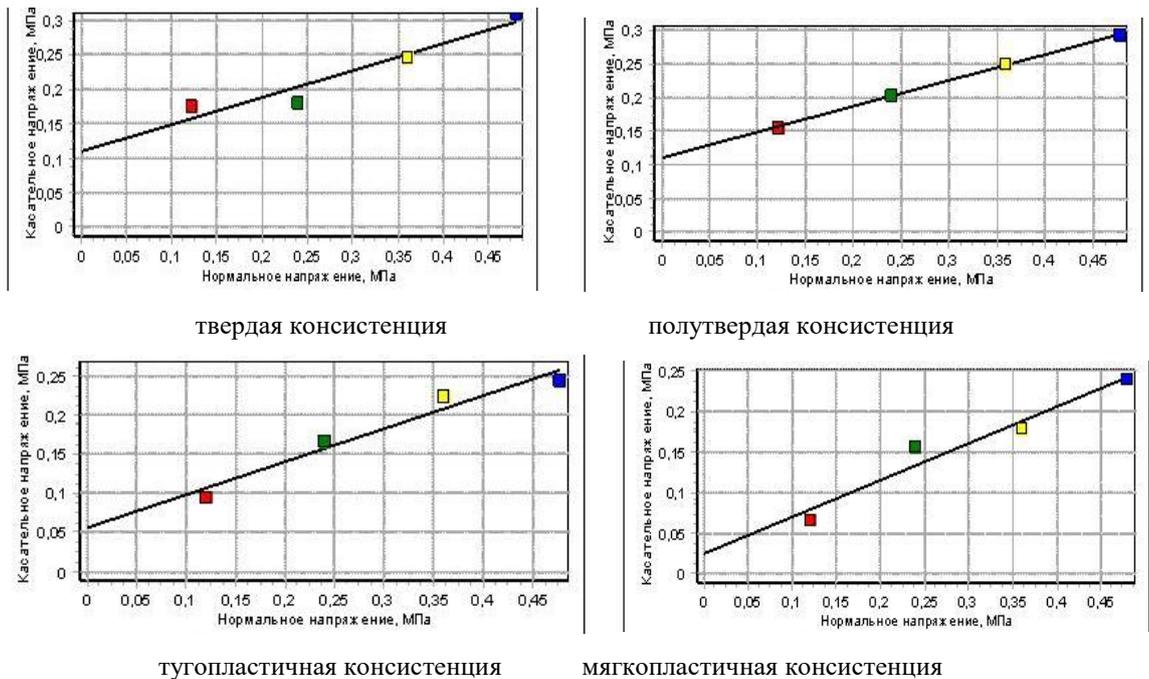


Рисунок 2.14 – Графики сдвига для мела различной консистенции

Методом одноплоскостного среза установлено, что, начиная с тугопластичной консистенции наблюдается резкое уменьшение величины удельного сцепления (с 124 кПа до 25-35 кПа), и некоторое увеличение угла внутреннего трения с 21 градуса до 26.

Методом трехосного сжатия, путем построения паспортов прочности, также установлены параметры среза для мела разной консистенции. В связи с упрочнением структурных связей на стадии консолидации, мы получили значительно большие значения удельного сцепления, которое изменяется от 137 кПа при твердой консистенции до 238 кПа при тугопластичной и 187 кПа при мягкопластичной консистенции. Угол внутреннего трения близок к 30 градусам.

Приведем паспорта прочности стабилметрических испытаний (рисунок 2.15).

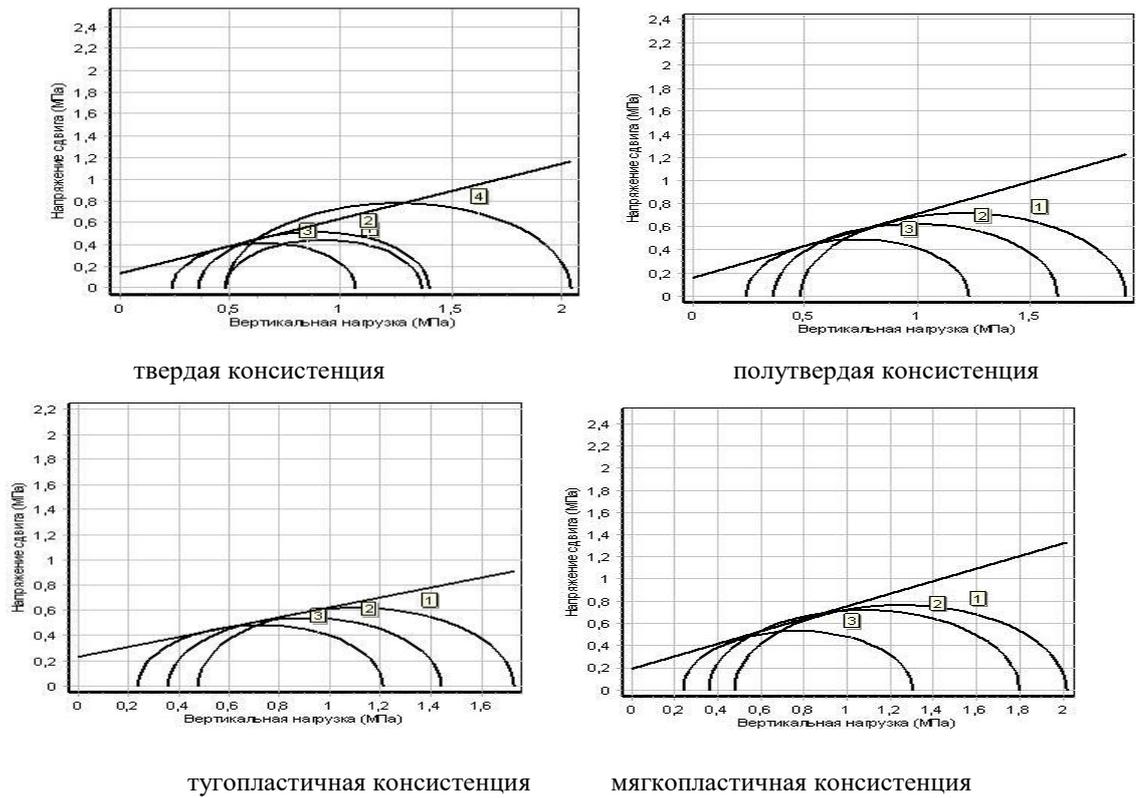


Рисунок 2.15 – Паспорта прочности для мела различной консистенции

На рисунках 2.16 и 2.17 приведем сравнительные диаграммы полученных значений параметров среза по результатам испытаний двумя методами. Сводные результаты испытаний приведены в таблице 2.4.

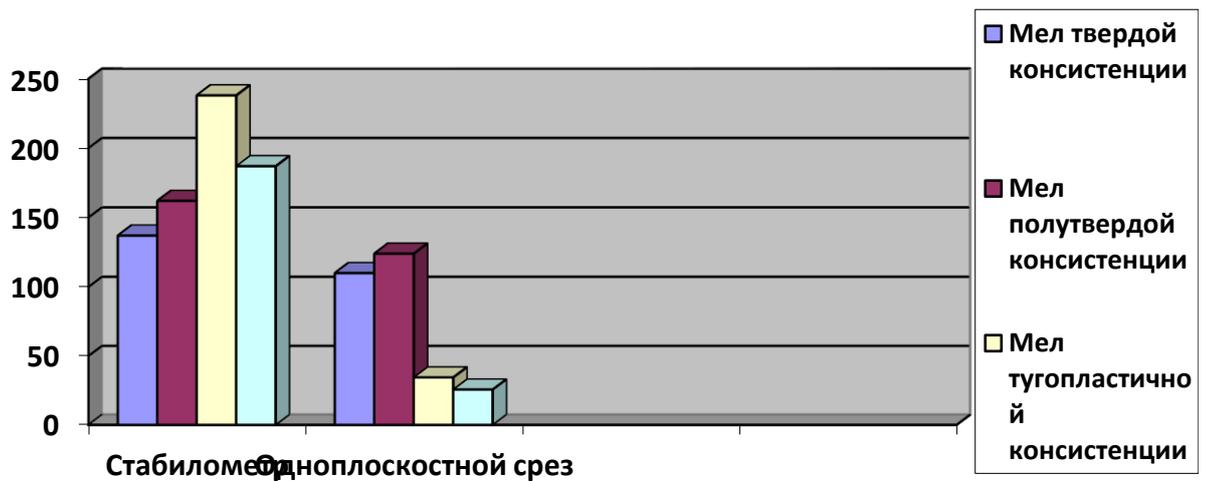


Рисунок 2.16 – Диаграмма зависимости сцепления от консистенции мела

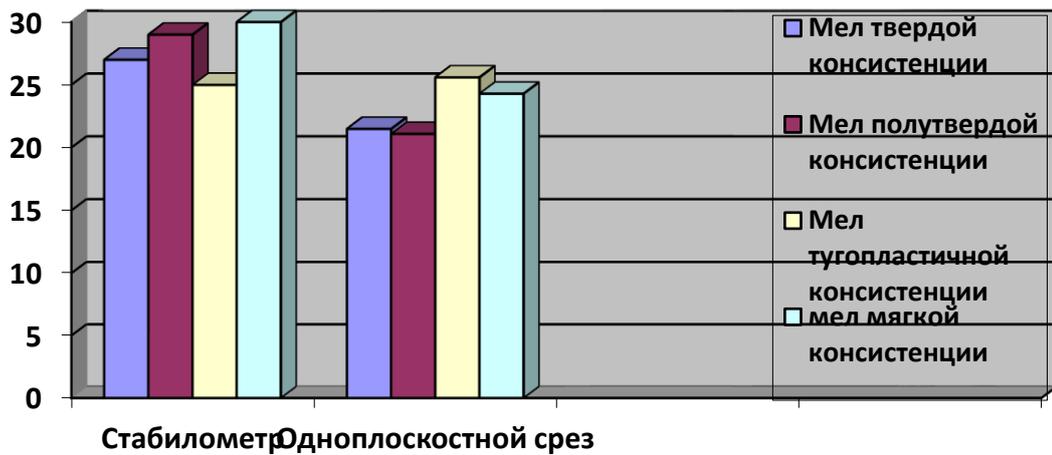


Рисунок 2.17 – Диаграмма зависимости угла внутреннего трения от консистенции мела

Таким образом, по результатам лабораторных испытаний сильновыветрелого мела от твердой до мягкопластичной консистенции можно сделать следующие выводы:

1. Плотность мела увеличивается от 1,53 при твердой консистенции до 1,96 при мягкопластичной; пористость уменьшается от 53% при твердой консистенции до 44% при мягкопластичной; коэффициент пористости уменьшается от 1,1 до 0,77 соответственно; степень влажности от 0,47 до 1,00 соответственно.

2. По результатам компрессионных испытаний, максимальные значения модуля общей деформации соответствуют мелу полутвердой и тугопластичной консистенции (20 МПа), а минимальные (16 МПа) для мела мягкопластичной консистенции.

3. По результатам стабилметрических испытаний (схема КД) получены значительно большие значения модуля общей деформации и при этом не наблюдается тенденции его уменьшения с увеличением влажности и консистенции мела; модуль изменяется от 23-25 МПа при твердой и полутвердой консистенции до 39 МПа при мягкопластичной, что связано с

упрочнением структурных связей в породе на стадии консолидации образцов всесторонним давлением.

4. Методом одноосного сжатия установлено, что с увеличением влажности и консистенции модуль общей деформации резко уменьшается от 45 МПа до 5 МПа.

5. Наименьшие значения параметров среза установлены методом одноплоскостного среза. Начиная с тугопластичной консистенции удельное сцепление резко уменьшается с 124 до 25 кПа, а угол внутреннего трения возрастает с 21 до 26 град. В стабилометре получены значительно большие значения удельного сцепления от 137 кПа при твердой консистенции до 238 кПа при тугопластичной и 187 кПа при мягкопластичной консистенции. Угол внутреннего трения близок к 30 градусам.

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Разработка программы инженерно-геологических изысканий для здания, сооружаемого на меловых грунтах

Разработаем рациональную программу инженерно-геологических изысканий для участка, расположенного в районе г. Белгорода по улице 5 Августа, д 31 (рисунок 3.1). Для построенного на этом участке здания основанием для фундаментов послужили меловые грунты.

Поверхность участка в районе проектируемого здания относительно ровная, колебание отметок поверхности 160,5-157,6 м.

Проектируемое здание представляет собой жилой 19 этажный дом, с максимальной высотой 33,4 м. Длина здания составляет 32,130 м, ширина 20,460 м. Здание является каркасным, панельным, с железобетонными колоннами. Строение не чувствительно к неравномерным осадкам.



Рисунок 3.1 – Снимок объекта из космоса

В геологическом отношении, по данным предыдущих изысканий, исследуемый участок на глубину бурения до 23,0 м сложен аллювиальными отложениями четвертичного возраста, представленных суглинками, суглинками просадочными и песками мощностью до 9,5 м, ниже залегает мел верхнемелового периода. Вскрытая мощность мела до 13,5 м. На рисунке 3.2

представлен инженерно-геологических разрез участка.

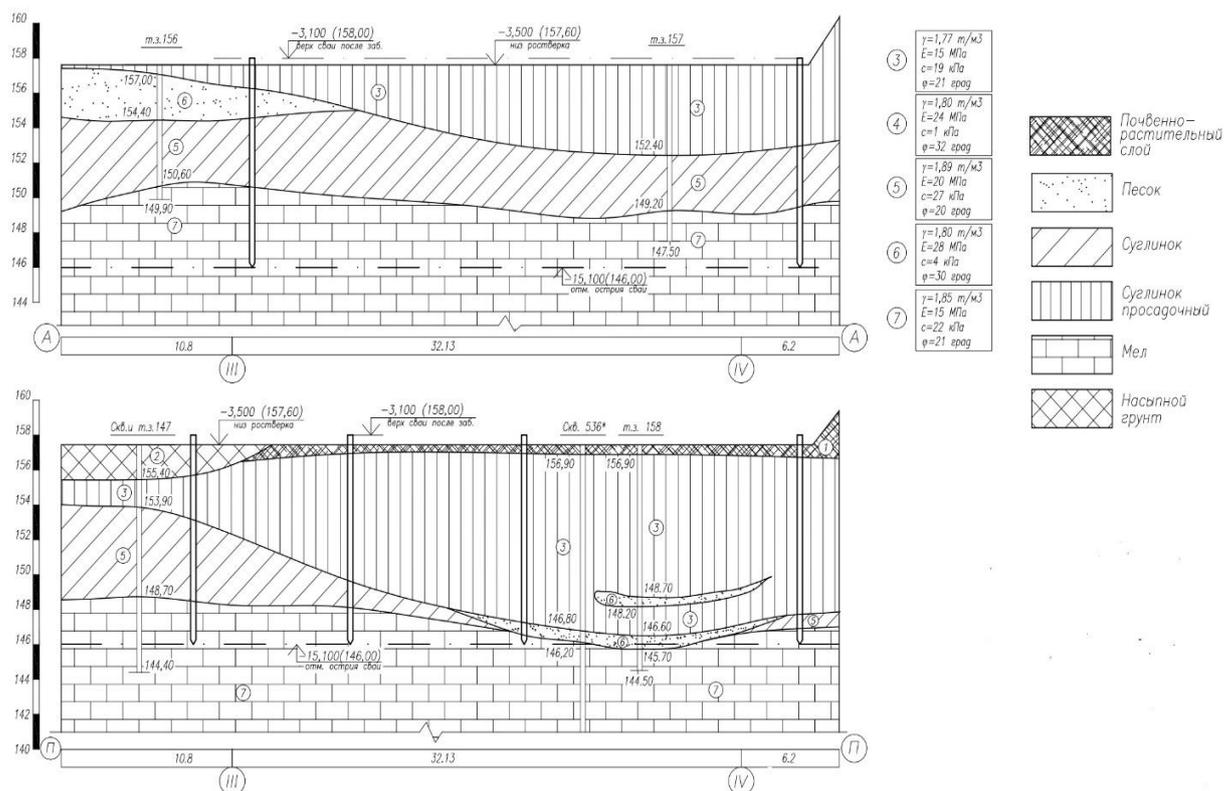


Рисунок 3.2 – Инженерно-геологический разрез участка строительства

На основании анализа пространственной изменчивости частных показателей физико-механических свойств грунта, определенных лабораторными методами, статическим зондированием и с учетом геологического строения на исследуемом участке выделено 5 инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

ИГЭ-1 – представлен почвенно-растительным слоем. Плотность – $1,8 \text{ т/м}^3$. Удельное сцепление – 1 кПа . Угол внутреннего трения – 20 град .

ИГЭ-2 – представлен насыпным грунтом, состоящим преимущественно из чернозема суглинистого тугопластичного. Плотность такого грунта составляет $1,5-1,7 \text{ т/м}^3$.

ИГЭ-3 – представлен суглинком просадочным. Нормативные значения показателей основных физических свойств суглинка составляют:

- Естественная влажность – $0,54$;

- Плотность – 1,77 т/м³;
- Коэффициент пористости – 1,36;
- Показатель консистенции – 0,81;
- Относительное содержание органических веществ – 0,13;
- Удельное сцепление – 19 кПа;
- Угол внутреннего трения – 21 градус;

ИГЭ-5 – представлен суглинком.

Нормативные значения показателей основных физических свойств суглинка составляют:

- Естественная влажность – 0,31;
- Плотность – 1,89 т/м³;
- Коэффициент пористости – 0,82;
- Показатель консистенции – 0,72;
- Относительное содержание органических веществ – 0,06;
- Удельное сцепление – 4 кПа;
- Угол внутреннего трения – 30 градусов.

ИГЭ-6 – представлен песком. Сопротивление песка погружению конуса зонда при статическом зондировании 28 МПа, плотный, с коэффициентом пористости менее 0,6 и плотностью 2,0 т/м³. Удельное сцепление – 27 кПа. Угол внутреннего трения – 30 градусов.

ИГЭ-7 – представлен пясчим мелом, водонасыщенным. Плотность – 1,85 т/м³. Угол внутреннего трения – 21 градус. Удельное сцепление – 22 кПа.

Проявлений каких-либо физико-геологических процессов и явлений, способных повлиять на устойчивость проектируемого здания во время строительства и эксплуатации, по наблюдениям на период изысканий не отмечено. При нарушениях режима работы водозабора № 4 г. Белгорода, а также в период половодья, невозможно подтопление изучаемой территории грунтовыми водами. Так как объект находится на водоразделе.

Исследуемая территория, согласно СНиП 11-105-97 «Инженерно-

геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ» относится к II категории сложности инженерно-геологических условий (приложение В) [17].

Так как имеется более 4 различных по литологии слоёв, негативные инженерно-геологические процессы и специфические грунты не имеют распространения, значит категория сложности инженерно-геологических условий II (средней сложности) [21].

Для строительства здания запроектированы следующие виды работ:

1. Для уточнения геологического разреза требуется пробурить скважины, способ бурения – ударно-забивное, условия применения мелкомергельные породы с поднятием керна, песчаные и суглинистые породы. Исходными данными для проведения буровых работ будут служить:

Буровая установка – представлена самоходной буровой установкой ПБУ-2. Глубина бурения скважин составит 23 м, объем бурения – 92 м. На участке запроектировано 4 скважины диаметром бурения 112 мм каждая. Бурение производится с пробоотборником: внутренний диаметр пробоотборника 108 мм, внешний – 127 мм, длина 1 м.

Буровая установка ПБУ-2 с механическим приводом подвижного вращателя - предназначена для решения задач при инженерно-геологических изысканиях и реализовывает все технологии бурения с отбором проб грунта.

ПБУ-2 обеспечивают ударно-канатное бурение с применением забивных стаканов и грунтоносов, колонковое и бескерновое «всухую» / с промывкой / с продувкой, ударно-вращательное, шнековое, бурение с применением шурфобуров, а также производят статическое и динамическое зондирование грунтов.



Рисунок 3.3 – Буровая установка ПБУ-2

2. Для уточнения геологического разреза требуется провести геофизические исследования. Электрический каротаж объемом 184 станкосмены на 100 м и гамма каротаж объемом 92 станкосмены на 100 м. Исследования будут проводиться прибором электрического каротажа и интегрального гамма каротажа КЭЦ-50-ГК.

3. Нужно провести опытные полевые исследования. Для уточнения физических, прочностных и деформационных свойств грунтов, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов; оценки возможности погружения свай в грунты и несущей способности провести статическое зондирование (согласно ГОСТ 20069-81 «Метод полевого испытания статическим зондированием»), штамповые испытания согласно (ГОСТ 20276-2012 «Грунты, методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости»).

Статическое зондирование будет проводиться буровой установкой ПБУ-2, для погружения зондировочных штанг используем наголовник Ш-55, соединение – шестигранник до глубин 137,3 м; 136,8 м; 135,6 м; 134,9 м. Считывание параметров зондирования и их протоколирование выполняются автоматически программой АСИС-4. Запроектировано 5 точек статического зондирования [18].

Испытания штамповым методом будут проводиться на глубине 18 м. Запроектировано 3 точки штамповых испытаний. Испытания будут проводиться винтовым штампом площадью 600 см² (рисунок 3.4) [19].

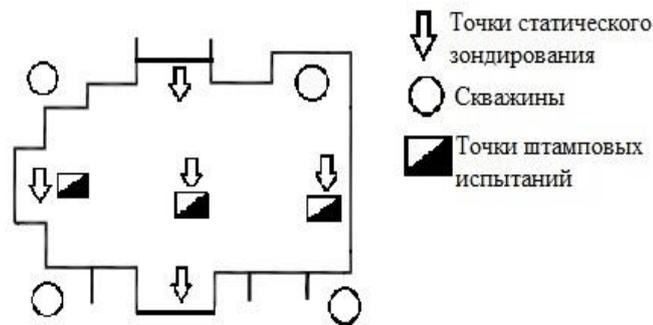


Рисунок 3.4 – Карта фактического материала

4. Необходимости в дополнительных гидрогеологических исследованиях нет. Поскольку грунтовые воды в разрезе отсутствуют.

5. Требуется провести следующие лабораторные исследования, природной влажности, плотности, плотности частиц грунта для песчаных грунтов, а для глинистых грунтов: определение природной влажности, плотности, плотности частиц грунта, границы текучести и раскатывания, компрессионного сжатия, трехосного сжатия, сопротивления срезу; для скальных грунтов: плотность, влажность, предел прочности при одноосном сжатии. В частности, предел прочности на трехосное сжатие составит 24 образца, предел прочности на одноосное сжатие – 8 шт; определение влажности методом высушивания – 8 шт; определение плотности методом режущего

кольца – 8 шт; метод компрессионного сжатия – 24 шт; метод одноплоскостного среза – 8 шт; всего – 80 образцов.

6. Проведение камеральной обработки полученных результатов. В камеральных работах производят полную обработку и интерпретацию материалов, и составление отчета.

Количество скважин и расстояние между ними определяется от категории сложности инженерно-геологических условий, размеров в плане проектируемого объекта, а также уровня ответственности здания. В таблице 3.1 приведены максимально возможные расстояния между скважинами в зависимости от выше перечисленных факторов.

Таблица 3.1 – Минимальное расстояние разведочными выработками

Категория сложности инженерно-геологических условий	Расстояние между горными выработками для зданий и сооружений I и II уровней ответственности, м	
	I	II
I	75-50	100-75
II	40-30	50-40
III	25-20	30-25

Исследуемая территория относится ко II категории сложности инженерно-геологических условий, а проектируемое здание к I классу ответственности, получаем, что расстояние между скважинами принимается равным 40-30 м.

Учитывая параметры здания можно рассчитать необходимое количество скважин: 4 штуки (рисунок 3.4).

Для проектируемого здания планируется использовать свайный фундамент с длиной свай 15 м (основанием будет служить ИГЭ-7). Максимальная этажность здания – 19. Имеется подвал глубиной 3 м. Т.к. глубина скважины при использовании свайного фундамента должна быть на 5 м больше длины свай и с учётом глубины подвала (3 м), получаем что необходимая глубина скважины 23 м (рисунок 3.5) [22].

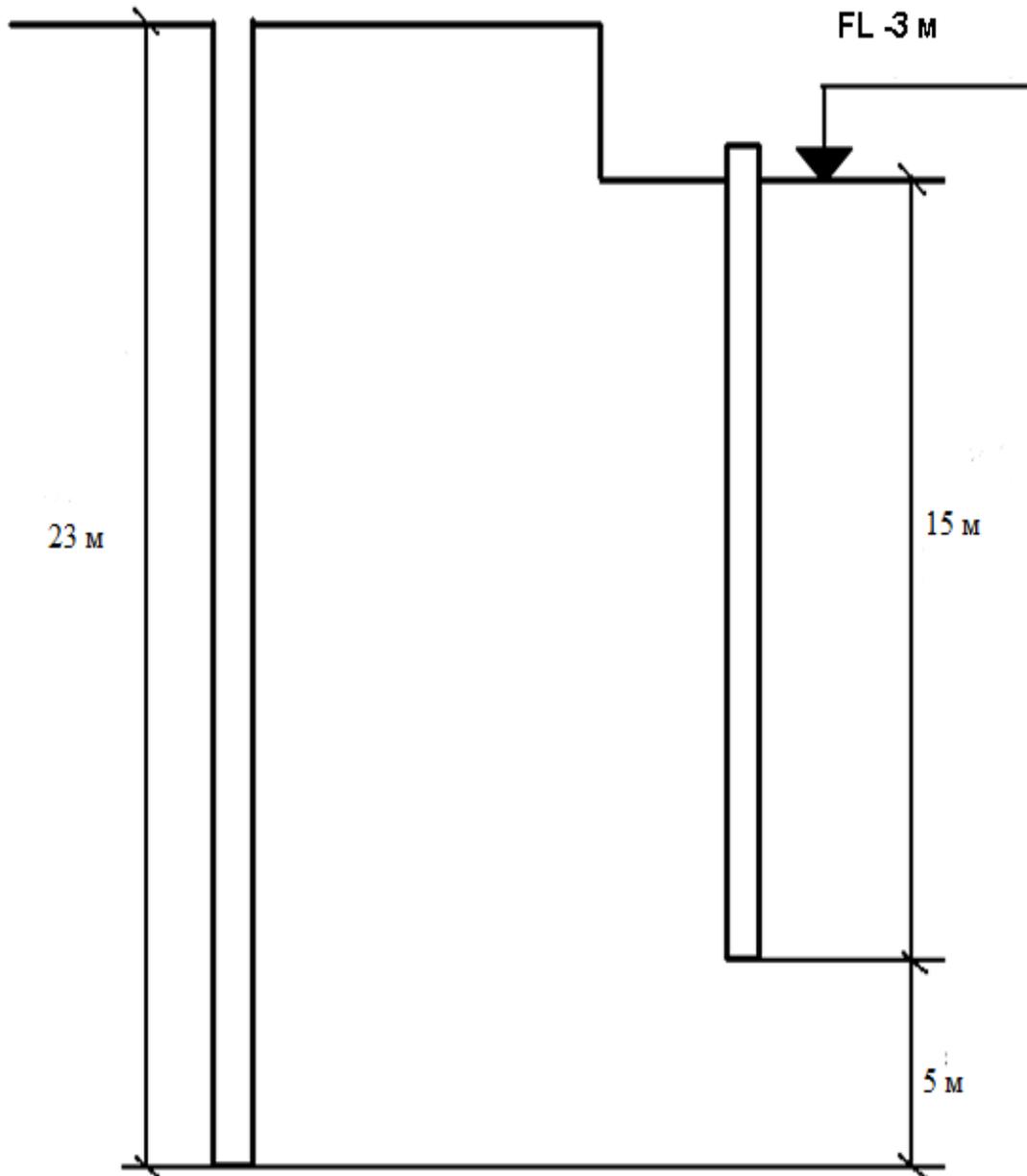


Рисунок 3.5 – Схема определения глубины бурения здания при использовании свай

Таким образом, общий метраж бурения составляет 92 м.

Исходя из данных устанавливаем (таблица 3.2) что объем буровых работ (м) по грунтам разной категории буримости. Объем зависит от количества запроектированных скважин, их глубины и мощности инженерно-геологических элементов.

Буровые работы будут вестись в грунтах I- IV категории.

Таблица 3.2 – Категории дисперсных грунтов по буримости

Категория грунтов	Типы грунтов
	Торф и почвенно-растительный слой (ПРС). Глины и суглинки текучие – мягкопластичные. Супеси текучие - пластичные. Пески рыхлые, водонасыщенные.
II	Торф и ПРС с корнями деревьев. Глины и суглинки тугопластичные песчанистые. Супесь твердая. Пески средней плотности, средней степени водонасыщения и водонасыщенные. Мел, мергель выветрелый текучий - мягкопластичный. Мусор из органических отходов. Насыпной грунт без твердых включений.
III	Глины и суглинки полутвердые, песчанистые. Пески водонасыщенные, плотные. Мел и мергель тугопластичный – полутвердый. Бытовые отходы и насыпной грунт и строительный мусор с твердыми включениями.
IV	Глины и суглинки твердые. Пески сухие плотные, пески-плывуны. Мел, мергель плотный. Бытовые отходы, насыпной грунт и строительный мусор с твердыми включениями, слежавшийся.

Количество образцов грунта для лабораторного исследования свойств определяется в зависимости от количества ИГЭ, количества скважин и глубины бурения. В каждом инженерно-геологическом элементе через 2 м отбираются монолиты и образцы нарушенной структуры. Отбор образцов из каждого ИГЭ может производиться не из всех скважин, но из каждого ИГЭ. Количество образцов должно быть в таком количестве чтобы, количество было достаточным для определения основных физических характеристик.

Запроектировано проведение статического зондирования. Статическое зондирование производится путем вдавливания в грунт зонда с одновременным измерением значений. Прямолинейность зонда надлежит проверять путем сборки его звеньев в отрезки длиной не менее 3 м. При этом отклонения от прямой линии в любой плоскости не должны превышать 5 мм на 3 м зонда. Планово-высотная привязка точек зондирования производится после проведения зондирования. Отклонение мачты установки для статического зондирования от вертикали не должно превышать 5° [19].

Показатели статического зондирования регистрируют непрерывно либо с интервалом по глубине не более 0,2 м. Испытание грунта заканчивается после

достижения заданной глубины или предельных усилий на оборудование. Регистрацию результатов испытаний грунтов статическим зондированием производят в "Журнале статического зондирования". После окончания испытания зондировочную скважину тампонируют грунтом и закрепляют знаком с маркировкой [19].

Запроектирован метод испытания штампом. Испытание грунта штампом проводят для определения следующих характеристик деформируемости дисперсных грунтов:

- модуля деформации минеральных, органо-минеральных и органических грунтов;
- начального просадочного давления p и относительной деформации просадочности для просадочных глинистых грунтов при испытании с замачиванием.

Характеристики определяют по результатам нагружения грунта вертикальной нагрузкой в забое горной выработки с помощью штампа. Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимости осадки штампа от нагрузки. При испытании грунта в шурфе размеры шурфа определяют в зависимости от необходимости крепления его стен и глубины проходки. Минимальные размеры шурфа в плане 1,5x1,5 м. Диаметр опытной буровой скважины должен быть 325 мм. Бурение скважины следует вести с обсадкой трубами до забоя. Для грунтов, залегающих выше уровня грунтовых вод и устойчивых к обрушению допускается бурение скважины без обсадки.

Установка состоит из:

- штамп;
- устройство для создания и измерения нагрузки на штамп;
- анкерное устройство (для установок без грузовой платформы);
- устройство для измерения осадок штампа (прогибомеры, датчики перемещений);
- устройство для замачивания и контроля влажности грунта (при

испытании просадочных грунтов.

Нагружение штампа производят домкратом или тарированным грузом.. Нагрузку измеряют с погрешностью не более 5% ступени давления.

Прогибомеры для измерения осадки штампа закрепляют на реперной системе. Штамп соединяют с прогибомером нитью из стальной проволоки диаметром 0,3-0,5 мм. Учитывается деформация проволоки от температурных воздействий и вводится поправка в показания прогибомеров. Осадку штампа определяют, как среднеарифметическое значение показаний трех прогибомеров, фиксирующих осадку штампа в трех точках, расположенных под углом 120° от оси штампа в горизонтальной плоскости. Реперная система, на которой крепят прогибомеры, состоит из четырех свай, забиваемых или завинчиваемых попарно в грунт с противоположных сторон выработки на расстоянии 1,0-1,5 м от краев и прикрепляемых к ним параллельно металлических ригелей, на которых устанавливают прогибомеры[18].

Испытания просадочных грунтов с замачиванием проводятся по схеме "двух кривых" "одной кривой". Испытания по схеме "двух кривых" выполняют при необходимости определения полного комплекса характеристик, по схеме "одной кривой" – в случаях, для определения модуля деформации грунта природной влажности и относительную просадочность при одном заданном давлении. При испытаниях по схеме "одной кривой" нагрузку на штамп увеличивают ступенями до заданного давления p . Давление p устанавливают с учетом предполагаемого фактического давления на грунт в основании фундамента, равного сумме давлений от нагрузки фундамента. После достижения условной стабилизации осадки на последней ступени, соответствующей давлению p , грунт в основании штампа следует замочить и продолжать замачивание с измерениями просадки грунта до ее условной стабилизации. За критерий условной стабилизации просадки грунта принимают скорость осадки штампа, не более 0,1 мм за два часа.

По окончании испытаний выработку следует углублять ниже отметки испытания на глубину не менее двух диаметров штампа для контроля

однородности грунта [18].

3.2 Сводная информация о видах и объемах инженерно-геологических изысканий

На основании разработанной программы инженерных изысканий в таблице 3.3 приведены состав и объем планируемых работ.

Таблица 3.3 – Состав и объём планируемых работ

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ВИДОВ РАБОТ	Единицы измерения	Объём м работ
Полевые работы			
1	Рекогносцировочное обследование территории изысканий	шт.	1
2	Ударно-забивное бурение скважин диаметром 112 мм по грунтам I- IV категории	метр	92
3	Электрический каротаж	Станкосмен на 100 м	184
4	Гамма каротаж	Станкосмен на 100 м	92
5	Отбор монолитов и проб грунтов из скважин	шт.	80
6	Статическое зондирование грунтов	точка	4
Лабораторные исследования			
7	Предел прочности на трехосное сжатие	опред.	24
8	Предел прочности на одноосное сжатие	опред.	8
9	Предел прочности на одноосное сжатие	опред.	6
10	Определение влажности	опред.	8
11	Одноплоскостной срез	опред.	8
12	Определение плотности	опред.	8
13	Компрессионный метод	опред.	24
14	Составление технического отчёта	отчёт	1

4 ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ. РАСЧЕТЫ ЗАТРАТ ТРУДА

Затраты времени по каждому виду проектных работ определяются по нормам соответствующих таблиц ССН. По тем видам работ, по которым нормы ССН отсутствуют, эти данные рассчитываются прямым расчетом по опыту работы или путем использования норм других ведомств или организаций.

4.1 Расчеты затрат и времени

Таблица 4.1 – Сводная таблица объемов проектных работ

№ п/п	Виды работ	Единицы измерений	Объем работ
1	Изучение фондовых материалов	отр/мес	0,2
2	Рекогносцировочные работы	отр/мес	0,1
3	Составление проектно-сметной документации	отр/мес	0,5
4	Топогеодезические работы	отр/мес	0,04
5	Буровые и сопутствующие им работы	бр/мес	0,21
6	Лабораторные работы	бр/мес	1,01
7	Камеральные работы	отр/мес	0,3
8	Написание и защита отчета	отр/мес	0,4

Затраты времени на составление проектно-сметной документации составляют 0,4 отр/мес и приняты на основании опыта проведения аналогичных работ в предыдущие годы.

Таблица 4.2 – Состав отряда, расчет фонда заработной платы для составления проектно-сметной документации

№ п/п	Задолженность в месяцах	Задолженность в месяцах	Должностной оклад в мес/руб.	Общая сумма заработной платы, руб.
1	Главный инженер геолог	0,2	35000	7000
2	Инженер геолог	0,5	28000	14000
3	Инженер по буровым работам	0,3	27000	8100
4	Экономист	0,4	24000	9600
5	Техник	0,4	20000	8000
Итого:				46700

Затраты времени на рекогносцировочные работы составляют 0,1 отр/мес и приняты на основании опыта проведения аналогичных работ в предыдущие годы.

Таблица 4.3 – Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на рекогносцировочные работы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	Главный инженер проекта	0,1	35000	3500
2.	Инженер геолог	0,1	28000	2800
3.	Водитель	0,1	19000	1900
4.	Геодезист	0,1	21000	2100
Итого:				10300 руб.

Затраты времени на изучение фондовых материалов составляют 0,2 отр/мес и приняты на основании опыта проведения аналогичных работ в предыдущие годы.

Таблица 4.4 – Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на работы по изучению и анализу фондовых материалов

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	Главный инженер проекта	0,1	35000	3500
2.	Инженер геолог	0,2	28000	5600
Итого:				9100 руб.

Таблица 4.5 – Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на топогеодезические работы

№ п/п	Наименование работ	Ед. измерения	Объем	Норма времени	Общая сумма, руб
1	Вынос с плана на местность запроектированных скважин	точка	4	0,1	0,4
2	Плановая высотная привязка выработок	шт	4	0,05	0,2
Всего:					0,6
Итого в бригадо-месяцах:					0,02

Расчет затрат времени на бурение скважин в ст. месяцах

Исходными данными при буровых работах будут служить: буровая установка – представлена самоходной буровой установкой ПБУ-2. Глубина бурение скважин составит 23 м, объем бурения – 92 м. На участке запроектировано 4 скважины диаметром бурения 112 мм каждая. Бурение производится с пробоотборником: внутренний диаметр пробоотборника 108 мм, внешний – 127 мм, длина 1 м.

Буровая установка ПБУ-2 с механическим приводом подвижного вращателя - предназначена для решения задач при инженерно-геологических изысканиях и производит все технологии бурения с отбором проб грунта.

ПБУ-2 обеспечивает ударно-канатное бурение с применением забивных стаканов и грунтоносов, колонковое и бескерновое «всухую» / с промывкой /

с продувкой, ударно-вращательное, шнековое, бурение с применением шурфобуров, а также производит статическое и динамическое зондирование грунтов.

ПБУ-2 монтируется на различные транспортные средства: колесные – КАМАЗ, УРАЛ, ЗИЛ-131, МАЗ, гусеничные транспортеры ТГМ-126, МТЛБу, тракторы ТТ-4 и ТЛТ-100А, и др. Варианты привода – от палубного двигателя или от транспортной базы.

Применение палубного силового агрегата позволяет снизить амортизационные затраты, связанные с эксплуатацией и обслуживанием двигателя, существенно снизить расход ГСМ. Подвижный вращатель с механическим приводом и мощный гидравлический механизм подачи позволяют создавать осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент с первых метров бурения. Конструкция вращателя обеспечивает возможность его отвода в сторону от оси скважины для выполнения спуско-подъемных операций, установки обсадных колонн и реализации технологии ударно-канатного бурения с использованием буровой лебедки. Присутствуют гидравлические домкраты.

Таблица 4.6 – Расчет затрат времени на бурение скважин (СН 5 табл.5)

Средняя категория пород	Объем бурения, п.м.	Норма времени на бурение 1 м, ст/см	Затраты времени на весь объем, ст/см
С отбором керна			
III	52,0	0,05	2,6
Всего	52,0		2,6
Итого в бригадо-месяцах: 0,1			
Без отбора керна			
I	0,9	0,03	0,1
II	31,4	0,04	1,12
III	13,7	0,05	0,35
IV	3	0,06	0,12
Всего	49,0		1,69
Итого в бригадо-месяцах: 0,065			

Таблица 4.7 – Расчет затрат времени на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки (ССН 5 табл. 81)

№ п/п	Перечень работ	Един. изм.	Объем	Норма времени ст/см	Общие затраты
1	Перегон буровой установки до участка и обратном направлении в течении 5 дней	км	10	$10 \cdot 5 = 50$ км $50 \text{ км} / 40 \text{ км/ч} = 1,25 / 7 = 0,18$ $= 0,06$	0,18
2	Монтаж, демонтаж ПБУ-2	м/дем.	4	0,2	0,8
Всего: 0,98 ст/см					
Итого в бригадо-месяцах: 0,04					

Таблица 4.8 – Расчет затрат времени на работы, сопутствующие бурению (ССН 5 табл.15)

№ п/п	Вид работ	Объем	Един. изм.	Норма времени в ст/см на 100 м	Общие затраты
1	Электрический каротаж	184	Станкосмен на 100 м	0,02 на 100 метров	0,04
2	Гамма каротаж	92	Станкосмен на 100 м	0,02 на 100 метров	0,02
Всего: 0,06 ст/см					
Итого в бригадо-месяцах: 0,002					

Всего затрат времени на бурение: $0,06+1,69+0,98+2,6=5,33$ или 0,21 бр/мес

Таблица 4.9 – Состав отряда для проведения буровых, специальных и сопутствующих работ, фонд заработной платы (ССН 5 табл. 14)

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность в месяцах	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	Инженер по буровым работам	0,1	27000	2700
2	Инженер-геолог	0,21	28000	5880
3	Бурильщик	0,21	27000	5670
4	Помощник бурильщика	0,21	25000	5250
5	Водитель	0,1	19000	1900
Итого: 21400 руб.				

Таблица 4.10 – Расчет затрат времени на проведение лабораторных работ (ССН 7 табл. 6.5)

№ п/п	Вид исследования	Един. изм.	Кол-во проб	Норма времени, бр/час	Затраты времени, бр/см
1	2	3	4	5	6
1	Предел прочности на трехосное сжатие	Образец	24	0,45	10,8
2	Предел прочности на одноосное сжатие	Образец	8	0,20	1,6
3	Определение влажности методом высушивания	Образец	8	0,1	0,8
1	2	3	4	5	6

4	Определение плотности методом режущего кольца	Образец	8	0,21	1,68
5	Метод компрессионного сжатия	Образец	24	0,40	9,6
6	Метод одноплоскостного среза	Образец	8	0,24	1,92
Итого: 26,4 бр/см					
Итого в отр/мес: 1,01					

Таблица 4.11 – Состав отряда для проведения лабораторных работ, фонд заработной платы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность в месяцах	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	Заведующий лаборатории	0,9	23000	20700
2	Инженер на лабораторных исследованиях	1,01	18500	18685
3	Техник-лаборант	1,01	15000	15150
Итого: 54535 руб.				

Затраты времени на составление и защиту отчета составят 0,4 отр/мес (по опыту работ на 2016-2017г).

Затраты времени на проведение камеральных работ составляет 0,3 отр/мес исходя из опыта выполнения аналогичных работ

Состав для проведения камеральных работ (по опыту работ на 2016-2017г)

Таблица 4.12 – Расчёт затрат времени на камеральные работы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Загруженность в отр/мес	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	Главный инженер проекта	0,1	35000	3500
2	Инженер геолог	0,3	28000	8400
3	Техник	0,3	20000	6000
4	Экономист	0,1	24000	2400
Итого:				20300 руб.

Затраты времени – 0,3 отр/мес приняты на основании (СН 7 табл. 6.5)

Таблица 4.13 – Состав отряда на составление и защиту отчета, фонд заработной платы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	Главный инженер проекта	0,2	35000	7000
2	Инженер геолог	0,4	28000	11200
3	Техник	0,3	20000	6000
4	Экономист	0,2	24000	4800
Итого:				29000 руб.

4.2 Календарный график выполнения работ

Календарный график выполнения работ составляется по всем видам работ. При разработке календарного плана выполнения работ необходимо брать во внимание целесообразность равномерного распределения объемов, выполняемых работ во времени и установленной очередности. При соблюдении графика необходимо учитывать максимальное время использования оборудования.

Календарный график выполнения работ составляется следующим образом (таблица 4.14). В графе 2 записывается наименование всех запроектированных видов работ. В графе 3 указывается общая

продолжительность работ. В следующих графах чертится продолжительность выполнения работ по месяцам, кварталам, годам.

Таблица 4.14 – Календарный график выполнения работ

№ п/п	Наименование видов работ	Затраты времени	Месяц года			
			Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1	Изучение фондовых материалов	0,2				
2	Рекогносцировочные работы	0,1				
3	Составление проектно-сметной документации	0,5				
4	Топогеодезические работы	0,04				
5	Буровые с сопутствующими работами и гидрогеологические	0,21				
6	Лабораторные работы	1,01				
7	Камеральные работы	0,3				
8	Написание и защита отчета	0,4				

Таблица 4.15 – Штатное расписание на выполнение работ

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	2	3	4	5
1	ГИП	1,0	35000	35000
2	Инженер геолог	1,41	28000	39480
3	Техник	1,0	20000	20000
4	Экономист	0,6	24000	14400
5	Водитель	0,1	19000	1900
6	Инженер по буровым работам	0,4	27000	10800
7	Бурильщик	0,21	27000	5670

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1	2	3	4	5
8	Помощник бурильщика	0,21	25000	5250
9	Заведующий лаборатории	0,9	23000	20700
10	Инженер по лабораторным работам	1,01	18500	18685
11	Техник-лаборант	1,01	15000	15150
12	Инженер-геодезист	0,1	21000	2100
				Итого: 189135 руб.

4.3 Сводная смета на запроектированные работы

Таблица 4.16 – Сводная смета на производство запроектированных работ

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Объем работ	Общая стоимость, руб.
1	Изучение фондовых материалов	отр/мес	0,3	21873
2	Рекогносцировочные работы	отр/мес	0,1	23038
3	Составление проектно-сметной документации	отр/мес	0,5	80609
4	Топогеодезические работы	отр/мес	0,04	16400
5	Буровые работы и сопутствующие им	бр/мес	0,21	90061
6	Лабораторные работы	отр/мес	1,01	54535
7	Камеральные работы	отр/мес	0,3	33793
8	Составление и защита отчета	отчет	0,4	48851
Итого: 369160 руб.				
Накладные расходы 25% от основных				92290
Итого с накладными расходами:				461450 руб.
Плановые накопления 10%				46145
Организация и ликвидация работ 2.5%				11536
Резерв 3%				13843
Итого стоимость:				532974 руб.
Мат. Затраты (30%, включенные в стоимость)				159892
НДС 20% от суммы без мат. затрат				74616
Общая стоимость с НДС:				607590 руб

Расчет сметной стоимости работ по составлению проектно-сметной
документации

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.17 – Расчет сметной стоимости работ по составлению проектно-сметной документации

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	46700	Табл.4.2
2.	Дополнительная заработная плата	руб	3689	7.9 % от фонда
Итого: 50389руб				
3.	Отчисления на соц. Страхование	руб	15217	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 65604 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	2335	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	4670	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	5000	По опыту работ
7.	Транспорт	руб	3000	1 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 80609 руб.				

Расчет сметной стоимости по изучению фондовых материалов

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.18 – Расчет сметной стоимости по изучению фондовых материалов

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1	2	3	4	5
1	Расчетный фонд заработной платы	руб	9100	Таблица 4.4
2	Дополнительная заработная плата	руб	718	7.9 % от фонда
Итого: 9818 руб				
3	Отчисления на соц. страхование	руб	2965	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 12145 руб.				

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1	2	3	4	5
4	Материальные затраты	руб	607	5 % от общ. з.п.
5	Амортизация	руб	1121	10 % от общ. з.п.
6	Услуги	руб	5000	По опыту работ
7	Транспорт	руб	3000	0,5 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 21873 руб.				

Расчет сметной стоимости по рекогносцировочным работам

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.19 – Расчет сметной стоимости по рекогносцировочным работам

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	10300	Таблица 4.3
2.	Дополнительная заработная плата	руб	813	7.9 % от фонда
Итого: 11113руб				
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	3356	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 14469 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	723	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	1446	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	400	По опыту
7.	Транспорт	руб	6000	1 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 23038 руб.				

Расчет сметной стоимости на буровые работы

Расчет сметной стоимости одной ст./смены буровой бригады на установке ПБУ-2

Исходными данными для расчета являются:

Глубина скважин: 23 м; общий объем бурения: 92 м; диаметр бурения 112 мм; категория пород по буримости: I – IV.

Расчет ведется по фактическим и нормативным затратам:

1. Зарплата рабочих будет составлять 2795 руб, ИТР – 1500 руб

Итого: 4295 руб

2. Дополнительная зарплата 7,9% - 339 руб

3. Итого – 4634руб

4. Отчисления на соц. страхование 30,2% – 1399 руб

Итого ЗП – 6033 руб

5. Материальные затраты составят:

а) сумма материалов и инструментов – 805 руб

б) ГСМ:

ДТ= 7ч*8л*47руб = 2632 руб; Масло 5% от ДТ 0,05*56л*200р = 560 руб

Итого горюче-смазочный материал = 3192 руб

Итого материальных затрат – 3997 руб

6. Услуги – 1200 руб

7. Транспорт – 1500 руб

8. Амортизация составит:

Стоимость буровой установки – 7500000 руб;

Срок службы установки 5 лет: 5лет*12мес*30дн=1800 дней.

Буровые работы на карьере ведутся в одну смену, значит амортизация будет равна:

$$A = 7500000/1800 = 4167 \text{ руб}$$

Итого основных расходов: 6033+3997+4167+ 1200+1500=16897 руб

Всего сметная стоимость на буровые работы: 5,33*16897=90061 руб

Расчет сметной стоимости написания и защиты отчета

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.20 – Расчет сметной стоимости на камеральные работы

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	20300	Таблица 4.12
2.	Дополнительная заработная плата	руб	1603	7.9 % от фонда
Итого: 21903 руб				
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	6614	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 28517 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	1425	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	2851	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	1000	По опыту работ
Итого общая стоимость: 33793 руб.				

Таблица 4.21 – Расчет сметной стоимости на написание и защиту отчета

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	29000	Таблица 4.13
2.	Дополнительная заработная плата	руб	2291	7.9 % от фонда
Итого: 31291 руб				
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	9449	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 40740 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	2037	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	4074	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	2000	По опыту работ
Итого общая стоимость: 48851 руб.				

5 ОХРАНА ТРУДА. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1 Общие положения охраны труда и промышленной безопасности при работе на предприятии.

Требования промышленной безопасности – это условия, запреты, ограничения и требования, которые содержатся непосредственно в Федеральном законе от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", других федеральных законах а также нормативных правовых актах, федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности [32].

Эти требования должны соответствовать нормам в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, санитарно-эпидемиологического благополучия населения, охраны окружающей среды, экологической безопасности, пожарной безопасности, охраны труда, строительства.

Предприятия разрабатывают организацию управления охраной труда и устанавливают должностные обязанности для всех работников. работы должны проводиться по лицензиям, которые выдают предприятиям уполномоченные федеральными и территориальными органами управления.

Предприятия должны ежегодно предъявлять не менее чем за 1 месяц до начала работ в местные органы Госпроматомнадзора перечень объектов геологоразведочных работ, находящихся на их балансе.

При запуске на работу новых объектов и объектов после капитального ремонта производится после приемки их комиссией, назначаемой руководителем предприятия.

Рабочий или специалист при выявлении опасности здоровью и жизни людей, имуществу или сооружению должен принять шаги согласно инструкции для устранения опасности и немедленно сообщить ответственному лицу.

Руководитель работ обязан принять меры к устранению опасности, если опасность ликвидация опасности не представляется возможной, то необходимо немедленно прекратить работы и эвакуировать.

Все работы выполняются согласно законодательству об охране окружающей среды. Последствия воздействия на окружающую среду при геологоразведочных работах ликвидируются предприятиями.

Несчастные случаи расследуются в соответствии с "Положением о расследовании и учете несчастных случаев на производстве". При этом должен быть установлен порядок доставки пострадавших и заболевших с участков полевых работ в ближайшее лечебное учреждение.

Прием на работу в геологические организации осуществляется в согласно с действующим законодательством о труде. К техническому руководству геологоразведочными работами допускаются лица, имеющие соответствующее специальное образование. Аттестация рабочих производится один раз в 3 года и при изменении условий труда [32].

Специалисты, являющиеся непосредственными руководителями работ или исполнителями работ, должны проходить проверку знаний правил безопасности не реже одного раза в год. Рабочие обеспечиваются и обязаны пользоваться специальной одеждой и другими средствами индивидуальной защиты [33].

Каждый работник имеет право на получение от работодателя достоверной информации об условиях и состоянии охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья

5.2 Промышленная безопасность при буровых работах

Правила безопасности на буровых работах обязательны для всех предприятий, организаций и учреждений, ведущих поиски и разведку месторождений полезных ископаемых, научно-исследовательские,

инженерно-изыскательские, проектные и для других целей, а также для заводов-изготовителей всех видов геологоразведочного оборудования.

При вводе в эксплуатацию самоходных и передвижных геологоразведочных буровых установок производится с оформлением акта комиссией предприятия перед началом полевых работ, но не реже 1 раза в год.

Производственные здания и сооружения вводятся в эксплуатацию в порядке, согласно СНиП 3.01.04-87 [31].

На каждом объекте геологоразведочных работ должны быть инструкции по охране труда для рабочих по видам и по условиям работ, по оказанию первой медицинской помощи, по пожарной безопасности.

Рабочие обеспечиваются и обязаны пользоваться специальной одеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Руководство геологических предприятий при посещении производственных объектов выполняет проверку выполнения работ, соблюдение требований должностных инструкций по охране труда, состояние охраны труда и должно принимать меры по устранению нарушений. Результаты проверки вносятся в "Журнал проверки состояния охраны труда".

Оборудование и инструмент должен соответствовать техническим условиям, эксплуатироваться в соответствии с эксплуатационной и ремонтной документацией. Управление буровыми станками, геофизической и лабораторной аппаратурой, производится лицами, имеющими удостоверение, которое дает право на выполнение запланированных работ.

Лицами, ответственными за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования, механизмов, аппаратуры и контрольно-измерительных приборов, являются руководители объектов работ.

Предприятия, эксплуатирующие оборудование, механизмы, аппаратуру и контрольно-измерительные приборы, должны иметь эксплуатационную и ремонтную документацию на них и паспорта, в которые ответственными лицами вносятся данные об их эксплуатации и ремонте.

Рабочая площадка должна быть спланирована, расчищена и иметь удобные подъезды.

Инженерно-геологические работы в горных выработках должны производиться с разрешения лица, ответственного за безопасность работ.

Запрещается производить опыты в буровых скважинах в процессе их непосредственной проходки; присутствовать на насосных установках и других участках опытного объекта лицам, не занятым выполнением каких-либо работ на объекте.

Запрещается разборка и ремонт приборов и оборудования, находящихся под нагрузкой или давлением.

Сооружение буровой установки, обустройство отопления, размещение оборудования и механизмов проводится по проектам, утвержденным руководством предприятия.

Проекты разрабатываются согласно с техническими требованиями эксплуатации оборудования.

Буровая установка должна быть обеспечена оборудованием и механизмами, которые увеличивают безопасность работ при бурении.

Запрещается допускать на буровые установки лиц без средств индивидуальной защиты.

Строительно-монтажные работы производятся под руководством ответственного лица.

К верхолазным работам при монтаже и демонтаже мачт допускаются рабочие, которые прошли обучение по безопасному ведению работ на высоте железнодорожных путей и шоссе, ЛЭП принимается не менее высоты вышки мачты плюс 10 м, а до х нефте- и газотрубопроводов - не меньше 50 м, в населенных пунктах и на территории промышленных предприятий монтаж буровых установок – это расстояние принимается еще меньше.

Буровые вышки крепятся растяжками из стальных канатов, если это предусмотрено их инструкциями. Места их крепление число, а также диаметр принимают согласно технической документации.

Они монтируются в диагональных плоскостях так, чтобы они не пересекали ЛЭП, переходных площадок, дорог.

Механизмы и приспособления для подъема собранных на земле вышек и грузов должны иметь трехкратный запас прочности по отношению к максимальной возможной нагрузке [35].

Оснастку талевого системы и ремонт кронблока мачты, не имеющей кронблочной площадки, следует производить только при опущенной мачте с использованием лестниц-стремянки или специальных площадок с соблюдением требований подраздела 1.4 "Работа в условиях повышенной опасности" настоящих Правил [35].

В рабочем состоянии мачты самоходных и передвижных буровых установок закрепляются, как и ее колеса для избежания смещения ее в процессе работы. Монтаж-демонтаж бурового оборудования с применением грузоподъемных кранов должен осуществляться в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

При передвижении буровых установок или вышек все предметы, оставленные на них и способные переместиться, закрепляются. Запрещается нахождение людей на передвижаемых буровых установках.

Работы по бурению скважины начинаются на полностью смонтированной буровой установке при наличии геолого-технического наряда и после оформления акта ввода буровой установки в эксплуатацию.

В талевой системе применяются канаты, в соответствии с паспортом буровой установки. После оснастки талевого системы буровой мастер записывает данные о талевой системе и канатах "Журнал проверки состояния охраны труда". Талевый канат должен закрепляться на барабане лебедки с помощью специальных устройств, предусмотренных конструкцией барабана. Во всех случаях при спуско-подъемных операциях на барабане лебедки должно оставаться не менее трех витков каната.

Все работающие канаты перед началом смены должны быть осмотрены машинистом буровой установки [35].

Неподвижный конец талевого каната должен закрепляться специальным приспособлением и не касаться элементов вышки.

Соединение каната с подъемным инструментом должно производиться с помощью коуша и не менее чем тремя винтовыми зажимами или канатным замком. Резка и рубка стальных канатов должны производиться с помощью специальных приспособлений.

Ликвидации аварий выполняется под руководством лица, ответственного за ведение геологоразведочных работ.

До начала работ по ликвидации аварий буровой мастер обязан проверить исправность оборудования и контрольно-измерительных приборов.

Рабочие, виновные в нарушении правил безопасности привлекаются к дисциплинарной, административной, материальной или уголовной ответственности в порядке, установленном законодательством [35].

5.3 Охрана окружающей среды

Экологическая безопасность – это важная составляющая предприятия, т.к. деятельность предприятия может представлять угрозу для объекта окружающей природной среды, имущества, здоровья и жизни людей.

Охрана окружающей среды – это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение ее загрязнения и рациональное использование природных ресурсов.

При производстве инженерно-геологических изысканий проектируемого жилого дома г. Белгорода по улице 5 Августа, д 31 проходятся скважины, которые нарушают естественное состояние геологической среды и будут на экосистему участка.

Территория участка строительства характеризуется умеренным загрязнением атмосферы, в разные сезоны года создаются примерно одинаковые условия для рассеивания и для накопления примесей в воздухе. Повышенный уровень загрязнения атмосферы отмечается в основном летом.

Химическое воздействие главным образом связано с выбросами при работе автотранспорта, строительных механизмов и оборудования.

Механическое воздействие при бурении скважин. Осуществляется расчистка строительной площадки, планировка территории. Шумовое воздействие, создается строительными механизмами и оборудованием, автотранспортом.

Воздействие на атмосферный воздух. Во время строительства атмосферный воздух будут загрязнять двигатели внутреннего сгорания буровых установок. Возможны также выбросы неорганической пыли при разработках и складировании грунтов. В атмосферу будут поступать такие загрязняющие вещества, как оксиды азота и углерода, углеводороды, диоксид серы, бенз(а)пирен, пыль неорганическая, и т.д.

При соблюдении гигиенических и экологических требований в период строительства и эксплуатации не произойдет существенных изменений в состоянии атмосферного воздуха.

Воздействие на водные объекты. На территории ведения работ водные объекты отсутствуют.

Воздействие на почвенный покров, растительный и животный мир.

Факторами воздействия объекта на растительный мир и почвенный покров в период строительства являются:

- расчистка территории строительства от растительности;
- изменение рельефа;
- шумовые, световые факторы при строительстве объекта;
- изменение жизненного ареала и путей миграции животного мира;
- уплотнение почв под временными производственными площадками, подъездными дорогами [33].

Механическое нарушение почв – это изменение их структуры и функционирования при засорении строительным мусором и бытовыми отходами, изменение гидрогеологических условий почвообразования,

загрязнение поверхности покрова, изменение условий поверхностного стока.

Негативное воздействие на почвенный покров при строительстве связано с его химическим загрязнением.

Воздействие на растительность связано с этапом подготовительных работ и фактически с уничтожением растительного покрова.

При строительстве объекта на участках произойдет частичное или полное уничтожение естественной растительности.

Охрана окружающей природной среды в зоне размещения строительной площадки осуществляется в соответствии с действующими нормативно правовыми актами по вопросам охраны окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

При проведении строительно-монтажных работ предусматривается осуществление ряда мероприятий по охране окружающей среды. Все виды отходов, образующиеся в процессе строительства, необходимо собирать и утилизировать на специализированных предприятиях [34].

Выполнение работ на отведенной площадке должно вестись с соблюдением чистоты территории, а санитарно-бытовые помещения должны быть оборудованы средствами биологической очистки или сбором стоков в непроницаемую металлическую емкость с регулярной последующей ее очисткой и обеззараживанием.

Территория должна предохраняться от попадания в нее горюче-смазочных материалов.

При организации строительной площадки вблизи зеленых насаждений работа строительных машин и механизмов должна обеспечивать сохранность существующих зеленых насаждений.

После окончания основных работ строительная организация должна в пределах полосы отвода земель придать местности проектный рельеф, восстановить природный ландшафт и провести работы по благоустройству прилегающей территории.

После завершения работ все горные выработки необходимо

ликвидировать путем их засыпки песком и последующей затрамбовкой во избежание просадок поверхности земли.

Вредные физические воздействия. Негативное влияние на окружающую среду временного характера может быть связано с шумовым воздействием от работы буровой установки. Шумовое воздействие будет носить локальный и кратковременный характер. Уровни вредных физических воздействий на конкретных рабочих местах регламентируются соответствующими нормативами.

Выводы. Основное использование территории изысканий – «Строительство 19 этажного жилого дома» расположенный по адресу: г. Белгород, ул. 5 Августа д.31.

На территории проведения работ постоянные водотоки отсутствуют.

Участок изысканий не является лесным фондом.

На проектируемой территории естественная растительность присутствует, покрыто травянистой растительностью.

На участке строительства пути миграции животных и птиц отсутствуют, так как объект расположен в городской черте.

На территории участка изысканий памятники архитектуры и культурного наследия не выявлены.

На площадке строительства особо охраняемые природные территории отсутствуют.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха не превышает ПДК.

Уровень загрязнения почвы в поверхностном слое на участке под строительство не превышает ПДК.

Бактериологические показатели в пробе почвы не превышают ПДК.

Территория участка изысканий не граничит с особо охраняемыми природными территориями.

Бурение инженерно - геологических скважин для объекта не повлияет на деформации экосистемы и перестройки ландшафта.

После проведения всех геологоразведочных работ все горные выработки ликвидируются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполнения дипломного проекта можно сделать следующие выводы:

1. В физико-географическом отношении исследуемый участок под строительство 19 этажного жилого дома располагается в жилом районе Западный города Белгород и характеризуется благоприятными климатическими условиями; в геоморфологическом отношении участок приурочен к склону водораздела правого берега реки Везелка;

2. В геологическом строении исследуемой площадки строительства до исследуемой глубины 23 м принимают участие: верхнемеловые отложения, представленные мелом; средне-верхнечетвертичные покровные отложения, представлены комплексом суглинков и песков перекрытые с поверхности современными продуктивными отложениями, представленными почвенно-растительным слоем и насыпным грунтом;

3. Гидрогеологические условия характеризуются отсутствием грунтовых вод на разрезе;

4. В соответствии с СНиП 11-105-97 установлена II (средняя) категория инженерно-геологических условий;

5. В результате ранее выполненных инженерно-геологических изысканий на площадке строительства выделено 5 инженерно-геологических элементов;

8. Разработана программа инженерно-геологических изысканий, которая включает в себя:

А) Бурение четырех скважин ударно-забивным способом, общим метражом 92 м;

Б) Применение электрического каротажа объемом 184 станкосмены на 100 м и гамма каротаж объемом 92 станкосмены на 100 м;

В) Полевые испытания, включающие в себя статическое зондирование и штамповые испытания. Запроектировано 5 точек зондирования на глубинах заложения фундамента.

Испытания штамповым методом будут проводиться на глубине 18 м. Запроектировано 3 точки штамповых испытаний.

Г) Проведение следующих лабораторных исследований: природной влажности, плотности, плотности частиц грунта для песчаных грунтов, а для глинистых грунтов: определение природной влажности, плотности, плотности частиц грунта, границы текучести и раскатывания, компрессионного сжатия, трехосного сжатия, сопротивления срезу; для скальных грунтов: плотность, влажность, предел прочности при одноосном сжатии.

Все геологоразведочные работы будут выполнены за 2,7 месяца.

Сметная стоимость работ составила 607590 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А. М. Ахмедов, Н. К. Клюев, А. Н. Наумкин и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист М-37 – Воронеж. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 255 с.
2. Олферьев А.Г., Алексеев А.С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. – М.: Палеонтологический институт РАН, 2005, 204 с.
3. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Белгородской области масштаба 1: 1 000 000. – М.: Геологический фонд РСФСР, 225 с.
4. Хруцкий С.В., Смольянинов В.М., Косцова Э.В. Альбом геологических разрезов центрально-черноземных областей, Изд-во ВГУ, Воронеж, 1974, 176 с.
5. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. – М.: АН СССР, 1954, 296 с.
6. Иванов Н. С., Мясников Н. Ф. Производство и потребление мела. – Белгород: Полиграф-интерн, 2000, 264 с.
7. Грунтоведение. Учебник для вузов / В. Т. Трофимов и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: МГУ, 2005, 1024 с.
8. Горькова И.М., Душкина Н.А., Окнина Н.А., Рябичева К.Н., Сафохина И.А., Чепик В.Ф. Природа прочности и деформационные особенности мела и некоторых мелоподобных пород // Труды лаборатории гидротехнических проблем им. Ф.П. Саваренского. – М.: АН СССР, 1962. Т. XLIV, 132 с.
9. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – Введ. 2013-01-01. – М.: МНТСК, 2013, 79 с.

10. Яковчук М.М., Овчинников А.В., Решетов И.К. Особенности геологического строения мел-мергельной толщи пород в целях использования их в качестве основания зданий и сооружений. // Горный информационно-аналитический бюллетень, №1, 2007.

11. Рыбалов А.И., Попов А.З. Некоторые данные по физико-механических свойствах меловых отложений Белгородской области, необходимых для проектирования фундаментов. – Белгород, 1981.

12. Яковчук М.М., Овчинников А.В. Инженерно-геологические особенности меловых массивов в целях использования как оснований инженерных сооружений // Материалы X Международного симпозиума «Вопросы осушения, геологии, горных работ, геомеханики, промышленной гидротехники, геоинформатики и экологии», Белгород: ВИОГЕМ, 2009. С. 172-176/

13. Симончик С.Г., Куранов Н.П. Справочное пособие для обработки материалов инженерно-геологических изысканий. – М.: ДАР/ВОДГЕО, 2005. – 94 с.

14. ГОСТ 5180 – 2015 Грунты, методы лабораторного определения физических характеристик, Москва, Стандартинформ, 2016

15. ГОСТ 25100-2011 Грунты, классификация

16. ГОСТ 12248-2010 Межгосударственный стандарт, грунты, методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости, 2012

17. СНиП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ»

18. ГОСТ 20069-81 «Метод полевого испытания статическим зондированием»

19. ГОСТ 20276-2012 «Грунты, методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости»

20. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.

21. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства.
22. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты
23. «Методика составления проектно-сметной документации на производство геологоразведочных и горнодобывающих работ, П.В. Полежаев, Часть 1, МГГРУ, М., 2005г.
24. «Разработка экономической части дипломных проектов. Методические указания для студентов специальностей 1701, 1004, 0902, Зейту Э.И., - Солигорск: МГОУ, 2001г.-22 с
25. «Разработка экономической части дипломных проектов для студентов горного факультета», Грачев Ф.Г., Игнатушенко Н.А., Клубничкин Ю.К., М.:МГГА, 1993г.
26. «Методика составления проектно-сметной документации на производство геологоразведочных и горнодобывающих работ», Е.Л. Гольдман, Г.И. Садовский, Полежаев П.В, Учебное пособие. Часть II. – М.:МГГА, 1998г.
27. «Методические указания по составлению экономической части дипломного проекта для специальности 0902. Составители – Е.Л. Гольдман, К.Г. Арутюнов, Н.А.Кривенков, Г.И. Садовский. –М.:МГГА, 1998г.
28. Экономика и организация геологоразведочных работ [Текст]: метод, указания к курсовой работе для студентов специальности 130304 «Геология нефти и газа» / П. Н. Пармузин, Т. В. Абрамичева. - Ухта: УГТУ, 2012. - 44 с.
29. «Экономика и организация геологоразведочных работ»: учебное пособие / Т.М. Шпильман; Оренбургский гос.ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 156 с
30. «Экономика геологоразведочных работ». Учеб. пособие / Е. Л. Гольдман, З. М. Назарова, А. А. Маутина и др. – 2-е изд., перераб, и доп. - М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2003. – 384 с.
31. СНиП 3.01.04-87

32. Федеральный закон № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», от 13.07.2015.

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

34. ФЗ №219 «О внесении изменений в федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ»

35. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» устанавливаются следующие требования к организациям, проводящим геологоразведочные работы.