

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)

УДК 624.131.3:727:372(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Ковалев Артем Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Л.А.	д.г.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Скачкова Л.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	д.г.н.		

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы
P9	Использовать знания о геологических, геохимических, гидрологических, гидрогеологических, климатических процессах для определения параметров проектируемых сооружений и систем природообустройства и водопользования, выявления опасных природных и техногенных процессов
P10	Разрабатывать раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»
P11	Проводить инженерно-геологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, экологический мониторинг, руководить проведением инженерных изысканий и экологического мониторинга

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: Природообустройство и водопользование
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Савичев О.Г.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2BM81	Ковалев Артем Андреевич

Тема работы:

Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№140-30/с от 19.05.2020 года

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	до 1.06.2020 года
--	-------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования являются инженерно-геологические условия Богучанского района Красноярского края. Фактическим материалом для выполнения работы послужили результаты отчетов по инженерно-геологическим изысканиям, выполненных в ООО «ИНГЕО», а также литературные источники и фондовые материалы.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1) Современное состояние вопроса о инженерно-геологическом районировании; 2) Описание физико-географических, геологических, гидрогеологических, тектонических условий района исследований; 3) Изучение современных геологических процессов территории; 4) Оценка инженерно-геологических условий; 5) Произвести районирование, обуславливающее оценку пригодности территории для строительного освоения; 10) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 11) Социальная ответственность;</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1) Карта уклонов; 2) Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтов оснований; 3) Карта сложности гидрогеологических условий; 4) Карта удаленности от разломов; 5) Карта распространенности геологических/инженерно-геологических процессов и явлений; 6) Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН, Маланина В.А.
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООД, Скачкова Л.А.
Английский язык	Доцент ОИЯ, Болсуновская Л.М.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Глава 1. Теоретические и методологические аспекты инженерно-геологического районирования
Глава 2. Природные условия исследуемой территории
Глава 3. Инженерно-геологическое районирование Богучанского района Красноярского края
Глава 4. Социальная ответственность
Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Приложение А: Инженерно-геологическое районирование / Engineering geological zoning

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Л.А.	д.г.-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Ковалев Артем Андреевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки: Природообустройство и водопользование
 Уровень образования: магистр
 Отделение геологии

Период выполнения: (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	до 01.06.2020 года
--	--------------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.02.2020	1) Анализ изученности проблемы	
10.03.2020	2) Описание физико-географических, геологических, гидрогеологических, тектонических условий района исследований	
19.03.2020	3) Изучение современных геологических процессов территории	
28.04.2020	4) Оценка инженерно-геологических условий	
10.05.2020	5) Инженерно-геологическое районирование по пригодности территории для строительного освоения	
24.05.2020	10) Социальная ответственность	
14.05.2020	11) Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
25.05.2020	12) Раздел на английском языке «Engineering geological zoning»	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Строкова Л.А.	д.г.-м.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев О.Г.	д.г.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ81	Ковалеву Артему Андреевичу

Школа	Природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

РЕГИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БОГУЧАНСКОГО РАЙОНА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>– Объект исследования – территория Богучанского района Красноярского края.</p> <p>– Разработка методики оценки пригодности территории для строительного освоения (проведение инженерно-геологического районирования).</p> <p>– Результаты данной работы (карты инженерно-геологического районирования) используются в областях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • добыча полезных ископаемых; • архитектурно-строительное проектирование; • инженерно-геологические изыскания.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<p>– Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020);</p> <p>– ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»;</p> <p>– ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.</p>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>– Отклонение показателей микроклимата;</p> <p>– Отсутствие или недостаток естественного света;</p> <p>– Физические перегрузки организма работающего;</p> <p>– Нервно-психические перегрузки.</p>
3. Экологическая безопасность:	Инженерно-геологическое районирование территории напрямую не оказывает влияния на здоровье человека и загрязнение экологии, однако использованные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и камеральных работ, которые вызывают:

	<ul style="list-style-type: none"> – уничтожение и повреждение почвенного слоя; – загрязнение горюче смазочными материалами; – загрязнение производственными отходами; – нарушение состояния геологической среды; – нарушение физико-механических свойств горных пород; – загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Возможными ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пожар в здании (наиболее типичная ЧС); – несчастный случай.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.03.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна	–		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Ковалев Артем Андреевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ81	Ковалеву Артему Андреевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление / специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела; 3. Налоговый кодекс РФ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности создания карт инженерно-геологического районирования	1. Основные технико-экономические показатели исследовательского процесса
2. Планирование и формирование бюджета проекта создания карт инженерно-геологического районирования	2. Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по видам работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта	3. Общий расчет сметной стоимости

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	18.03.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Ковалев Артем Андреевич		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 168 с., 45 рис., 33 табл., 58 источников, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: инженерно-геологическое районирование, оценка пригодности для строительства, инженерно-геологические условия, гидрогеологические условия, инженерно-геологические процессы, категория сложности инженерно-геологических условий, объемы работ, смета.

Объект исследования: инженерно-геологические условия участка (номенклатурный лист государственной геологической карты № О-47-ХІV) в Богучанском районе Красноярского края для оценки пригодности для строительства.

Цель исследования – изучение инженерно-геологических факторов обуславливающих степень пригодности территории для строительного освоения. Выявление факторов влияющих на степень пригодности территории для строительного освоения. Анализ каждого фактора и разработка градации его оценки. Оценка взаимного влияния факторов.

Результатом данной работы является создание карты инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения.

В процессе работы проводились анализ и обобщение литературных сведений, фактического инженерно-геологического материала ранее проведенных исследований.

В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

Текст дипломного проекта выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2007, рисунки и графические приложения выполнены в программе AutoCAD 2019, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2007, для моделирования и анализа исследуемых факторов, создания карты инженерно-геологического районирования использовалась среда ArcGIS 10.4.1.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	13
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ	16
1.1 Современные представления об инженерно-геологическом районировании территорий.....	16
1.2 Методология создания карт инженерно-геологического районирования	17
1.3 Основные принципы составления карт оценочного инженерно-геологического районирования	19
Выводы.....	22
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ	24
2.1 Физико-географические и климатические условия.....	24
2.1.1 Геоморфология и рельеф	24
2.1.2 Гидрография.....	27
2.1.3 Климат	30
2.2 Изученность инженерно-геологических условий.....	38
2.3 Геологические условия.....	40
2.3.1 Стратиграфия	40
2.4 Гидрогеологические условия.....	65
2.5 Инженерно-геологические процессы.....	70
Выводы.....	74
ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БОГУЧАНСКОГО РАЙОНА	76
3.1 Цели и задачи инженерно-геологического районирования.....	76
3.2 Методика оценочного инженерно-геологического районирования	76
3.3 Исследование факторов, влияющих на пригодность территории для строительного освоения.....	78
3.3.1 Условия рельефа	78
3.3.2 Геологические условия	82
3.3.3 Гидрогеологические условия	87
3.3.4 Тектоника	92
3.3.5 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления.....	98
3.4 Построение итоговой карты инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения.....	104
3.5 Верификация полученных результатов на участке п. Таежный	108

3.5.1 Оценка по условиям рельефа	108
3.5.2 Оценка по инженерно-геологическим условиям.....	109
3.5.3 Оценка по гидрогеологическим условиям	109
3.5.4. Оценка по фактору распространенности геологических и инженерно-геологических процессов.....	110
3.5.5 Оценка инженерно-геологических условий по совокупности факторов.....	111
Выводы.....	111
ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	113
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	113
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	113
4.1.2 Особенности регулирования труда научных работников, руководителей научных организаций, их заместителей	114
4.2 Производственная безопасность	117
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	117
4.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	118
4.3 Экологическая безопасность	121
4.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	121
4.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	122
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	122
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	122
4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	122
Выводы по разделу «Социальная ответственность».....	124
ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	125
5.1 Инициация проекта.....	126
5.1.1 Цели и результат проекта	126
5.1.2 SWOT-анализ	127
5.1.3 Организационная структура проекта.....	129
5.2 План проекта	129
5.3 Бюджет научного исследования.....	132
5.4 Реестр рисков проекта	137

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	139
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	141
ПРИЛОЖЕНИЕ А «Engineering geological zoning»	145
ПРИЛОЖЕНИЕ Б «Карта уклонов»	163
ПРИЛОЖЕНИЕ В «Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтов оснований»	164
ПРИЛОЖЕНИЕ Г «Карта сложности гидрогеологических условий»	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Д «Карта удаленности от разломов».....	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Е «Карта распространенности геологических/инженерно-геологических процессов и явлений».....	167
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж «Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения»	168

ВВЕДЕНИЕ

Нижнее Приангарье является районом, где сосредоточены крупные месторождения исландского шпата, бокситов, свинца, талька (30 % общероссийских запасов), меди, железных руд, магнетитов, марганца, сурьмы, ниобия, кобальта, цинка, а также серебра и золота (13 %). Территория богата углеводородным сырьем: углем, нефтью, газом. В районе имеются большие лесные ресурсы — около 30 млн. га, в том числе высокоценные хвойные породы деревьев — сосна, лиственница, кедр, ель и пихта. До сих пор потенциал Приангарья использовался всего на 15—20 %. С 2007 года в Красноярском крае реализуется федеральный проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья», который включает в себя строительство дорог, жилья, социальных объектов, крупных предприятий. Данный проект закладывает перспективу дальнейшего развития региона.

В связи с этим, для будущего проектирования и строительства инфраструктуры региона возникает необходимость в создании карт инженерно-геологического районирования, которые могли бы существенно уменьшить объем полевых работ и, как следствие, снизить стоимость инженерно-геологических изысканий.

Настоящая работа представляет собой изучение инженерно-геологических условий участка Богучанского района Красноярского края, итогом которого будет карта инженерно-геологического районирования по степени пригодности территории для строительного освоения (промышленного и гражданского строительства).

Исследуемый участок ограничен листом государственной геологической съемки О-47-XIV. Его координаты: 97°00' – 98°00' восточной долготы и 58°00' – 58°40' северной широты. Район располагается в юго-западной части Средне-Сибирского плоскогорья. Это пологоволнистое плато со средними абсолютными отметками 116-528 м.

Речная сеть принадлежит бассейну р. Ангары, которая пересекает район в субширотном направлении. Основные притоки р. Ангары: Иркиннеева, Карабула, Бол. Мельничная, Ельчимо, Нижняя. Обзорная карта исследуемого района представлена на рисунке 1.

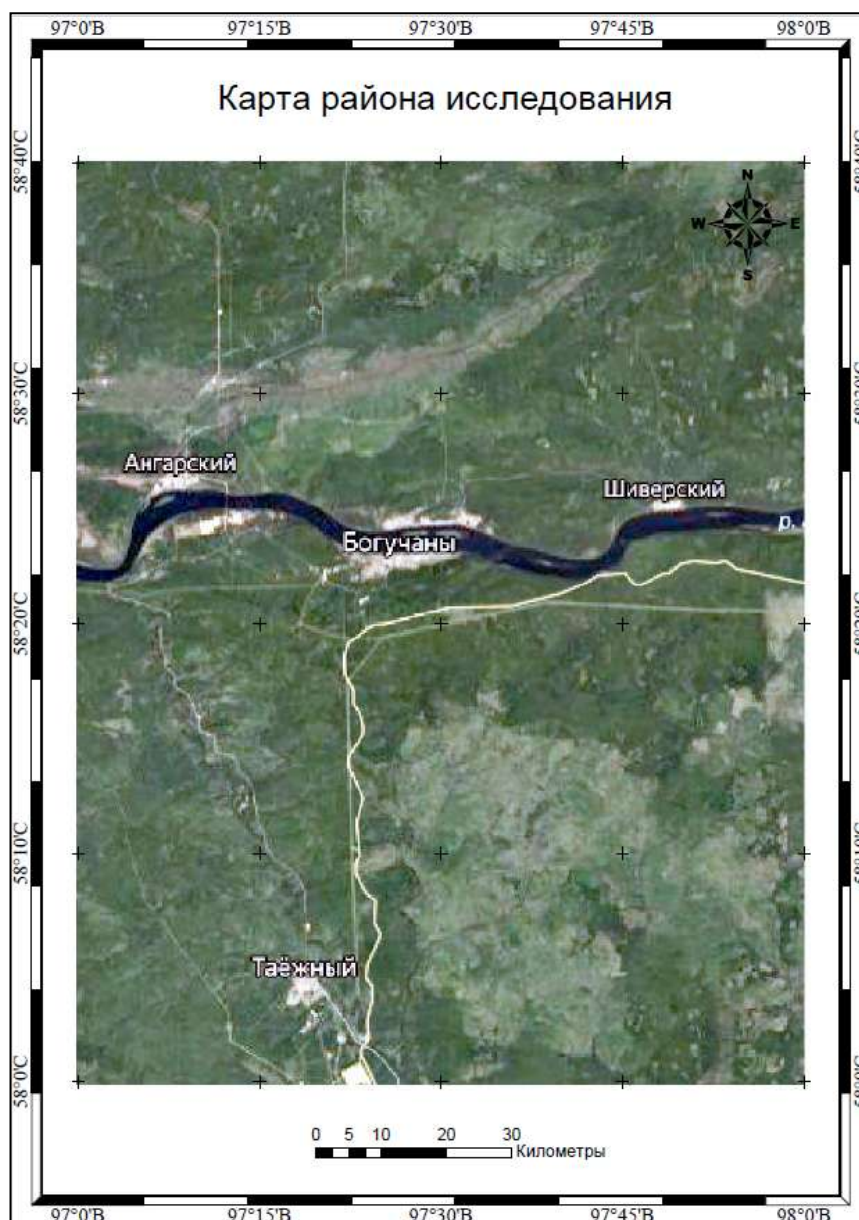


Рисунок 1 – Обзорная карта исследуемого района

Целью исследования является изучение инженерно-геологических факторов обуславливающих степень пригодности территории для строительного освоения.

Основными задачами работы являются:

1. Выявление факторов влияющих на степень пригодности территории для строительного освоения.
2. Анализ каждого фактора и разработка градации его оценки.
3. Построение карты районирования сложности инженерно-геологических условий для каждого фактора.
4. Оценка общего влияния факторов и построение итоговой карты инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения.

Результатом данной работы является создание карты инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения.

В работе над проектом использованы материалы:

- Фондовые материалы инженерно-геологических изысканий ООО «ИНГЕО» (г. Иркутск) [1];
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист О-47 – Братск [2];
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист 0-46,(47) [3];
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000 (первое поколение). Серия Ангаро-Ленская. Лист О-47- XIV [4].

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

1.1 Современные представления об инженерно-геологическом районировании территорий

По В. Т. Трофимову [5]: составление карт инженерно-геологического районирования производится в ходе пространственного выявления на основе теоретических положений и методик, элементов территории, с общими инженерно-геологическими признаками, которые позволяют выделить их от остальных участков, не обладающих данными признаками, их картографирования и описания.

В систематике типов инженерно-геологического районирования выделяется 2 типа:

- генетико-морфологическое (естественно - историческое) районирование;
- оценочное районирование.

Генетико-морфологическое (естественно-историческое) районирование – это тип районирования, при котором происходит выявление, обособление и классификация территориальных единиц разного порядка на основе определенных принципов и признаков.

Оценочное районирование – это тип районирования, в результате которого, на основе различных количественных или качественных показателей рассматривается оценка сложности ИГ (инженерно-геологических) условий различных территориальных комплексов.

Оценочное районирование делится на 2 вида:

- сравнительное (качественное и количественное);
- геолого-экономическое.

Первый вид может быть общим и специальным; возможно его применение при всех видах инженерно-геологических исследований и составление в разных масштабах.

Второй вид оценочного районирования шире и должен использоваться при выполнении крупномасштабных исследований.

С точки зрения содержания карты оценочного районирования делятся на *синтетические* и *аналитические*.

В синтетических картах рассматривается комплекс признаков, характеризующий сложность инженерно-геологических условий.

В аналитических – рассматривается определенный фактор, обуславливающий сложность инженерно-геологических условий.

Классификационными признаками сравнительного оценочного районирования обычно используется *степень пригодности, степень благоприятности* или *необходимость* и *характер инженерной подготовки территории* и т. п. В итоге на картах могут быть выделены участки пригодные, ограниченно пригодные, непригодные; на вторых — благоприятные, условно благоприятные, неблагоприятные; на третьих — участки, не требующие специальной инженерной подготовки, участки, требующие специальной подготовки и т. п. В основе их выделения лежат чаще качественные признаки. Количественные признаки используются при составлении карт, например, пораженности территории геологическими процессами.

В современное время снова обрел популярность метод баллов при проведении оценки сложности инженерно-геологических условий исследуемой территории. Метод «взвешенных баллов» стал перспективным для улучшения методики по оценке сложности инженерно-геологических условий.

По масштабу карты оценочного инженерно-геологического районирования подразделяются на:

- обзорные (1:1 500 000 – 1:2 500 000);
- мелкомасштабные (1:1 000 000 – 1:500 000);
- среднемасштабные (1:200 000 – 1:50 000);
- крупномасштабные (1:50 000 – крупнее).

Опираясь на вышеизложенную информацию, разрабатываемая мною в рамках данной магистерской диссертации карта является *сравнительной картой оценочного инженерно-геологического районирования синтетической среднемасштабной*.

1.2 Методология создания карт инженерно-геологического районирования

Развитие геологических информационных систем дает возможность проводить анализ любых карт. Вследствие комбинации нескольких карт содержащих информацию о различных компонентах инженерно-геологических условий, появляется возможность создавать «синтетические» карты инженерно-геологического районирования общего и специального содержания.





Данный подход позволяет произвести значительную экономию временного ресурса на этапе разработки, а также на этапе графического создания. Принципиально новые возможности анализа инженерно-геологических компонентов способствует развитию направления инженерно-геологического районирования с возрастанием количества разработанных карт.

Современная информационная техника и технологии обеспечивают возможность проводить постоянный мониторинг состояния геологической среды и производить создание актуальных инженерно-геологических карт. Данные карты позволяют эффективным образом использовать инженерно-геологические данные при планировании путей рационального освоения территорий.

Трофимовым В.Т., Красиловой Н.С. (2007) была исследована степень обеспеченности методической базой разработок инженерно-геологических карт разного типа и масштаба, путем анализа содержания более ста опубликованных работ в данном направлении. Результаты данного анализа представлены в виде двухрядной таблицы (таблица 1.2.1) [6].

Таблица 1.2.1 – Результаты анализа степени обеспеченности методической базой разработок инженерно-геологических карт разного типа и масштаба

Классы карт		Инженерно-геологических условий		Генетико-морфологического районирования		Оценочного районирования		Изменности		Прогнозные	
		Синтетические	Аналитические	Синтетические	Аналитические	Синтетические	Аналитические	Синтетические	Аналитические	Синтетические	Аналитические
Обзорные	Общие										
	Специальные										
Мелкомасштабные	Общие										
	Специальные										
Среднемасштабные	Общие										
	Специальные										
Крупномасштабные	Общие										
	Специальные										
Детальные	Общие										
	Специальные										

 Обеспечены опубликованными методиками или методическими указаниями
  Методика ясна из изданных или фондовых карт
  Методика ясна из опубликованных статей
  Не обеспечены методическими материалами

В строках данной таблицы перечисляются типы инженерно-геологических карт по содержанию с выделением карт генетико-морфологического и оценочного районирования. Для каждого типа выделены синтетические и аналитические карты. В столбцах данной таблицы указано пять типов карт разного масштаба, которые подразделяются на *общие* и *специальные*. В клетках пересечения строк и столбцов определенной штриховкой показаны результаты проведенного анализа, с выделением четырех категорий:

- 1) обеспечены опубликованными методиками или методическими указаниями;
- 2) методика ясна из изданных или фондовых карт;
- 3) методика ясна из опубликованных статей;
- 4) не обеспечены методическими материалами.

Было выяснено, что карты *оценочного районирования*, относящиеся к *синтетическим* (по чувствительности или уязвимости геологической среды,

устойчивости, сложности инженерно-геологических условий и др.) и к *аналитическим* (по пораженности, интенсивности, опасности от какого-то геологического процесса) обычно выполняются, как *общие*, в обзорном, мелком и даже среднем масштабе, и как *специальные* – в крупном. Официальных методических работ по составлению карт оценочного районирования на данный момент практически нет. Существуют работы, масштабность и обстоятельность которых позволяют им взять на себя эту роль. Такими примерами, относящимися к крупномасштабным картам являются: – Карта оценки закарстованности береговой линии Братского водохранилища А. Л. Ревзона, Карта районирования Талнахского рудного узла по степени сложности инженерно-геологических условий, составленная Л. М. Демидюк. Как пример обзорной карты – Карта взкодинамического районирования юга Восточной Сибири В. М. Литвина [5].

1.3 Основные принципы составления карт оценочного инженерно-геологического районирования

В настоящее время существует несколько подходов к составлению карт оценочного инженерно-геологического районирования. Одним из первых примеров карт оценочного инженерно-геологического районирования является **«Карта типизации геологической среды Московского региона по устойчивости к инженерно-хозяйственному воздействию масштаба 1:200 000»**, составленная Г. А. Голодковской, Ю. Б. Елисеевым и Н. И. Лебедевой [7].

Авторы провели общую качественную оценку инженерно-геологической обстановки. Исследуемый критерий – вероятность возникновения инженерно-геологических процессов. При создании карты не выделялся какой-то конкретный тип инженерно-хозяйственного воздействия. Авторами выделяются три категории территорий по степени устойчивости геологической среды к инженерно-хозяйственному воздействию: высокая — инженерно-геологические процессы маловероятны; средняя — инженерно-геологические процессы не носят катастрофического характера и низкая — возможны катастрофические инженерно-геологические процессы. Каждая категория территорий окрашивается определенным цветом для большей наглядности: зеленым, желто-коричневым и красным.

Основными факторами, определяющими устойчивость геологической среды, были выбраны: литологический состав, глубина залегания грунтовых вод, наличие процессов, характер расчлененности рельефа. Данные факторы были выражены преимущественно на основании качественного анализа, содержание всех граф легенды носит описательный характер без использования количественных критериев.

Еще одним примером может служить **«Карта оценочного инженерно-геокриологического районирования для одного из районов Западной Сибири масштаба 1:100 000»** под авторством Л. С. Гарагуля и С. Ю. Пармузина [8].

Авторы проводят оценочное районирование по таким параметрам, как среднегодовая температура и объемная льдистость. Выбор данных характеристик объясняется возможностью прогноза их реакции на влияние внешних факторов еще на ранних стадиях проектирования.

В зависимости от различного сочетания среднегодовой температуры и объемной льдистости определяется такой параметр, как *степень инерционности*, который может охарактеризовать интенсивность и скорость возможного оттаивания многолетнемерзлых пород под действием инженерно-хозяйственного воздействия.

Каждый выделенный инженерно-геологический участок карты оценен по возможности и характеру развития мерзлотных процессов, которые могут произойти при строительстве. Условными обозначениями отмечены процессы: устойчивые (морфологически проявляются весьма слабо), упруго-устойчивые (носят сезонный характер, ежегодные отклонения от среднестатистических параметров, характеризующих тот или иной процесс, не приводят к качественным изменениям в их развитии).

Также знаками обозначены виды мерзлотных процессов, проявление которых возможно на каждом инженерно-геологическом участке без влияния и под влиянием хозяйственной деятельности.

Определенными штриховками показаны два вида мерзлых толщ (с наиболее и наименее вероятной возможностью развития криогенных процессов), определенные на основании имеющихся данных параметров многолетнемерзлых пород.

На основании литологического состава отложений, показанного на карте определенной штриховкой, а также вышеприведенных параметров и выделенных районов, авторы классифицируют участки территории на упруго-устойчивые и неустойчивые.

К упруго-устойчивым участкам относят те, на которых вызванные или ускоренные под внешним влиянием криогенные процессы, достигают равновесного состояния быстрее окончания срока эксплуатации сооружений.

К категории неустойчивых относятся участки с прогрессивным развитием процессов, время установления стационарного состояния которых соизмеримо или превышает срок службы сооружений.

На карте инженерно-геологического районирования района г. Верхнереченска для обоснования планов перспективного развития города масштаба 1:50 000, под

авторством А. С. Герасимовой и Е. М. Сергеева выделены районы по степени пригодности для массового наземного строительства [9].

Авторы выделяют три категории пригодности: пригодные для строительства, ограниченно пригодные и непригодные без предварительной инженерной подготовки. Для каждой категории участков, дается описание с прогнозом возможного развития процессов, и даются рекомендации для предварительной инженерной подготовке территории.

Все категории участков на карте обозначены определенным цветом: пригодные для строительства – желто-зеленой гаммой цветов, ограниченно пригодные — голубой, непригодные — розово-красной.

Факторами, определяющими пригодность территории для строительства были выбраны: геологические (литологический разрез с описанием); гидрогеологические (глубина залегания грунтовых вод, их напорность и агрессивность); также проанализировано распространение геологических процессов и явлений.

В итоге, благодаря данной карте, появляется возможность провести предварительную оценку участков, и выбирать наиболее благоприятные, экономически выгодные для планируемого строительства.

Инженерно-геологическая карта волжских водохранилищ масштаба 1:100 000, составленная Г.С. Золотаревым, предусматривает оценку устойчивости и прогноз развития геологических процессов, связанных с созданием водохранилища [10].

Автор дает характеристику участков, на основе их предварительной оценки, выделяет три типа участков по устойчивости: устойчивые, условно-устойчивые и неустойчивые. К факторам, по которым автор производит градацию, относятся: интенсивность распространения эрозионных процессов, распространения обвалов и оползней, развития карстовых процессов и заболачивания.

К устойчивым автор относит участки, с незначительным распространением эрозионных процессов; отсутствием или ограниченным развитием оползней, обвалов и отсутствия карста. Данная категория участков рекомендуются к освоению и застройке.

К условно-устойчивым относятся участки, с одиночно действующими оползнями в зонах с вероятностью их ускоренного развития, а также древние и старые оползни относящиеся к стабильным. Допускается возможность незначительных осыпей, наличие ограниченно развивающихся эрозионных процессов. Отсутствие процессов заболачивания, с возможностью неглубокого залегания грунтовых вод. Перед строительством данные участки требуют проведения мероприятий по борьбе с осыпями, оползнями и смывом.

К неустойчивым относятся участки, с интенсивным развитием эрозионных процессов. Также на данных участках, существуют древние и современные оползни, находящиеся в близком к состоянию равновесия или неустойчивом состоянии. Отмечено наличие карстовых провалов. На высоких откосах отмечается интенсивное выветривание и осыпание. Низкие структуры рельефа находятся под влиянием постоянного заболачивания из-за высокого уровня грунтовых вод.

Категории участков, описанные выше, на карте выделяются цветом: устойчивые — зеленым; условно-устойчивые — желто-оранжевым, неустойчивые — розовато-красным.

Составленная А. Л. Ревзоном совместно с Е. А. Толстых **«Карта оценки опасности состояния железнодорожной геолого-технической системы (ГТС) в условиях техногенной интенсификации геологических процессов в масштабе 1:100 000»** участка БАМа, по проведенному районированию, позволяет выделить участки железнодорожной ГТС с опасным, относительно опасным и безопасным состоянием [11].

В первой части легенды авторы характеризуют инженерно-геологическую обстановку по таким факторам как: залесенность, заболоченность, крутизна поверхностей, наличие коры выветривания; характеристика горных пород и их раздробленности, наличие современных геологических процессов и существующих инженерных сооружений.

Во второй части непосредственно представлены результаты оценки с использованием количественных параметров, отражающими активность и динамичность гравитационных процессов и термокарста. К участкам с опасным состоянием относят те, на которых высота обрывов более 15 м, скорость выветривания 0,6–0,83 м³/м в год, среднегодовая частота камнепадов более 10 × 1/км в год, термокарстовые озера глубиной более 0,5 м; к относительно опасным участки с (соответственно 10–15 м, 0,005–0,5 м³/м в год, 1–10 × 1/км в год, термокарстовые озера глубиной более 0,5 м); к безопасным (соответственно менее 10 м, менее 0,005 м³/м в год, камнепадов нет, термокарстовых озер глубиной более 0,5 м нет). Степень опасности обозначается поперечной штриховкой разной частоты (частота увеличивается с увеличением опасности).

Использование данной карты позволяет проводить обоснование инженерной защиты железнодорожного пути в процессе его строительства и эксплуатации.

Выводы

Описанные подходы базируются на разных количественных оценках. В нормативно-методических и инструктивных геологических документах Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, а также во многих научных

публикациях выделяются разные параметры геологической среды и разные градации оценок этих параметров.

В целом оценка территории включает следующий ряд последовательных операций: определение границы территории (объекта); изучение объекта; выбор классификационных признаков типизации; их ранжирование по степени значимости; разделение рассматриваемой территории (объекта) по принятым признакам; построение итоговой карты районирования территории. Этот метод позволяет упорядочить имеющиеся знания об инженерно-геологических особенностях территории, поэтому давно и широко используется в мире и будет использован в настоящей работе.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

2.1 Физико-географические и климатические условия

2.1.1 Геоморфология и рельеф

Описываемый район расположен в юго-западной части Средне-Сибирского плоскогорья и представляет собой холмисто-грядовое густо расчлененное плато с абсолютными отметками от 116 до 528 м. Только в северо-западной части территории (в бассейне р. Иркинеева) рельеф носит черты низкогорья.

В генетическом отношении на исследуемой территории выделяются типы рельефа: структурно-денудационный, эрозионно-денудационный, денудационно-эрозионный и эрозионно-аккумулятивный, специфические черты которых определяются тектоническим и геологическим строением района, преобладанием того или иного фактора поверхностных процессов рельефообразования и неотектоническими движениями. Геоморфологическая схема представлена на рисунке 2.1.1.1.

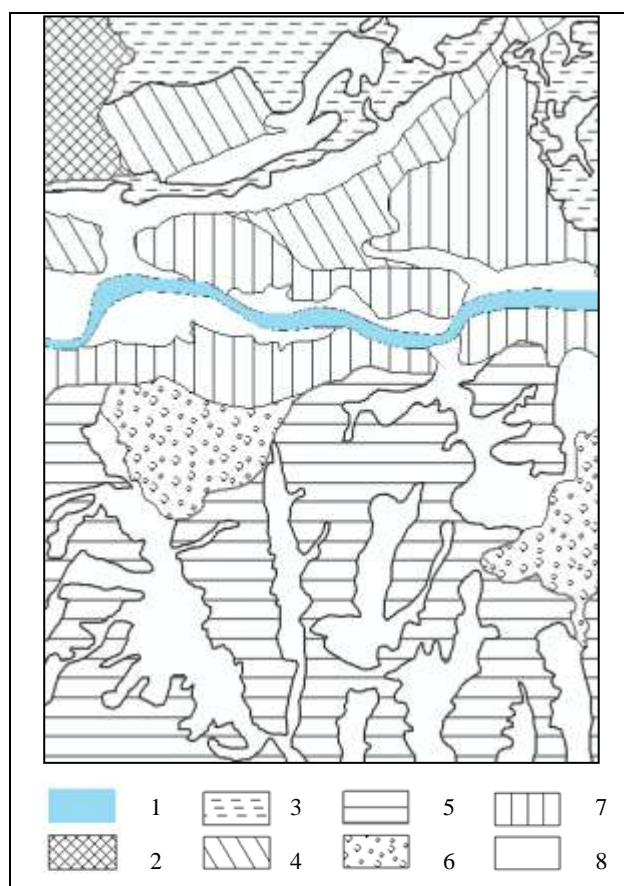


Рисунок 2.1.1.1 – Геоморфологическая схема исследуемой территории [4]

1 – река Ангара; 2-4 – структурно-денудационный тип рельефа: 2 – низкогорный рельеф; 3 – пологоувалистый рельеф; 4 – холмисто-грядовой рельеф; 5-6 – эрозионно-денудационный тип рельефа: 5 – холмистый рельеф междуречий и пологих склонов; 6 – бугристый рельеф площадей развития туфогенных пород; 7 – денудационный тип рельефа; 8 – эрозионно-аккумулятивный тип рельефа.

Структурно-денудационный рельеф характерен для северной и северо-восточной частей территории, где он представлен низкогорными, полого-увалистыми и холмисто-грядовыми формами. Основными факторами рельефообразования здесь являются структурная препарировка и литоморфогенная денудация докембрийских и нижнепалеозойских толщ. Формы рельефа и элементы этих форм зависят в большей степени от литологических особенностей слагающих пород и тектонического строения территории.

Низкогорный рельеф развит в северо-западной части района. Для этого рельефа характерны широкие и плоские водоразделы с отдельными округлой формы вершинами, и узкие асимметричные долины. Относительные превышения водоразделов над днищами долин 300-350 м. Рельеф района формировался на карбонатных и тарригенно-карбонатных толщах докембрия. Предпосылкой формирования низкогорного рельефа его явились складчатое основание, поднятие и структурная препарировка. Начало формирования относится к мел-палеогеновому времени.

Полого-увалистый рельеф занимает северную и северо-восточную часть территории. Ему присущи плосковершинные холмы высотой 10—20 м и выровненные междуречья, расчлененные широкими речными долинами на плосковершинные увалы.

Характерными для структурно-денудационного рельефа являются также холмисто-грядовые формы. Водоразделы в этом случае представляют собой широкие выположенные гряды, часто вытянутые в том же направлении как и геологические структуры (водоразделы р. Ельчимо, ручьев Мунтуля, Бол. и Мал. Чугумея). Наблюдаются отдельные холмы с плоскими вершинами. На более плотных породах - песчаниках гряды выше, чем на легкоразрушающихся известняках. Склоны водоразделов крутые, иногда с уступами, обусловленными сменой различных по составу пород. На площадях развития карбонатных пород широко развиты карстовые воронки, придающие поверхности своеобразной "оспенный" облик.

Эрозионно-денудационный рельеф характеризует водоразделы рек Карабулы, Кежмы, Моткалея, Чельчета, Андуйхи и Бол. Мельничной. Это холмистый рельеф междуречий и пологих склонов речных долин, общий равнинный характер этого рельефа определяется горизонтально залегающими породами верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Междуречья обычно характеризуются беспорядочной всхолмленностью. Холмы неправильной формы и вытянуты в разных направлениях. Высота их достигает 60-80 м, что соответствует амплитуде расчленения рельефа. Склоны долин очень пологие и расчленены безводными ложбинами. К долинам рек водоразделы спускаются выпуклыми, ломано-выпуклыми, вогнутыми и ступенчатыми склонами. Долины рек резко

асимметричны. Как правило, восточные склоны пологие, часто заболоченные, западные - крутые.

Несколько иной рельеф - бугристый сформировался в междуречье Карабулы и Кежмы и в долине руч. Бубенихи, на площадях развития туфогенных пород корвунчанской свиты. На фоне общей приподнятости здесь выделяются отдельные округлой формы вершинки и узкие гряды протяженностью 1-2 км, сложенные туфами, туфопесчаниками, отдельные вершины - долеритами.

Денудационно-эрозионный рельеф приурочен к территории вдоль долины р. Ангара. Территория представляет собой полосу шириной в 3-6 км, имеющую большие отметками и значительные относительные превышения (до 400 м). Также здесь выделяются чёткие гряды, сориентированные вдоль долины р. Ангара. Денудационно-эрозионный рельеф представляет собой плато, с преобладанием эрозионного фактора рельефообразования, обусловленного новейшими поднятиями в неоген-четвертичное время. Неотектонические и современные поднятия подчеркиваются такими элементами форм рельефа, как растущие овраги на склонах гор, на террасе р. Ангара, крутые уступы, шиверы и обрывистые подмытые берега р. Ангара высотой до 10 м. В целом денудационно-эрозионный рельеф холмисто-грядовый, расчлененный, аструктивный. Локальные поднятия обусловили формирование кустоподобного рельефа, рельефа типа "столовых гор" и аструктурного рельефа междуречий.

Эрозионно-аккумулятивный рельеф характерен для террас р. Ангара, а также для днищ ряда её притоков (в их верховьях). Самая высокая 120-метровая терраса р. Ангара отмечается у пос. Богучан и выше устья р. Бол. Мельничной. Терраса цокольная и покрыта маломощным слоем элювиально-делювиальных суглинков. Поверхность её плоская и широкая (до 3 км). Возраст террасы неогеновый (Равский, 1959). Широкие днища притоков по гипсометрическому уровню сопоставляемые с абсолютными высотами 120 метровой террасы р. Ангара, развиты в верховьях рек Бичилея, Кичульды, Бол. Мельничной, Кежмы и других.

Террасы р. Ангара высотой 75-100 м цокольные и сохранились в виде плоских останцев, окруженных более низкими поверхностями. Они наблюдаются в низовьях р. Нижней и западнее дер. Ярки.

Средние 30-65 метровые террасы прослеживаются на всем протяжении долины р. Ангара. Террасы обычно узкие, поверхности их всхолмленные. 30-65 метровая терраса около пос. Ангарский единым аккумулятивным уровнем протягивается через сквозную долину (старое русло р. Ангара) в долину р. Ельчимо. Последняя протягивается в субширотном направлении на 50-60 км при ширине 3-5 км, долина сильно заболочена,

профиль её имеет вид плавной линии с краями приподнятыми в сторону водоразделов на высоту 20-40 м. Абсолютные отметки долины 160-200 м, что соответствует высоте 30-65-метровых террас р. Ангары.

На поверхности низких надпойменных террас р. Ангары высотой 9-25 м образовался ступенчатый микрорельеф. Это обусловлено наличием и сохранностью нескольких промежуточных высотных уровней. Здесь выделяются террасы высотой 9-12; 14-17; 20-25 м и низкая пойменная – 6 м, врезанные одна в другую, как правило, они узкие и имеют хорошо сохранившиеся бровки и уступы. Поверхность надпойменных террас слабохолмистая.

В результате эрозионных процессов сформировался и расчлененный рельеф склонов долин с глубиной вреза до 300 м, развитый в долинах рек Ангары и Иркинской, в низовьях рек Талой, Нижней, Карабулы и Бол. Мельничной. Характерными чертами его являются значительная крутизна склонов (до 20-30°) и большая глубина вреза.

Возраст рельефа на площади листа устанавливается на основании сопоставления его с древними поверхностями выравнивания, которые сохранились в междуречье Иркинской и Чадобца. Начало врезания гидросети относится к верхнепалеогеновому времени.

Современные процессы рельефообразования характеризуются преобладанием эрозии в центральной части района (как результат неотектонического поднятия) и аккумуляции на юге и севера описываемой площади. Преобладание аккумулятивных форм рельефа на севере района благоприятствует сохранению от размыва мезозойско-кайнозойских рыхлых отложений, в северной части района эти отложения перспективны на бокситы. Интенсивное врезание долин р. Ангары (на всем её протяжении) и рек Карабулы, Бол. Мельничном, Нижней и других (в их низовьях) указывает на бесперспективность этих участков для поисков современных россыпных месторождений [4].

2.1.2 Гидрография

Рассматриваемая территория обладает развитой речной сетью. Крупной рекой исследуемого района является Ангара. Она имеет многочисленные притоки: Мура и Карабула (являющиеся левыми притоками), Тагара, Чадобец и Ельчимо (являющиеся левыми притоками). Речная сеть исследуемого района представлена на рисунке 2.1.2.1.



Рисунок 2.1.2.1 – Речная сеть исследуемого района

Река Карабула берет начало в отрогах Бирюсинского плато (Иркутская область) и впадает в Ангару на 288 км от устья. Длина реки 212 км, площадь водосбора 5060 км². Общее падение реки 274 м, средневзвешенный уклон 1,1‰.

Бассейн р. Карабула расположен в междуречье рек Мура и Чуна. Справа находится Мурская низина, дренируемая рекой Мура. Слева Канско-Рыбинская равнина, дренируемая реками Чуна и Бирюса. Представляет собой слаборасчлененное плоскогорье. Речная сеть бассейна состоит из 53 рек длиной более 10 км и 369 рек длиной менее 10 км. Общая длина речной сети бассейна 2277 км, средняя густота 0,45 км/км². Основные притоки: рр. Тандакея, Андуиха, Чельчет, Кунчет, Кежма. Водосбор по форме ассиметричный, представляет слабо расчлененное плато, с высотами 120–500 м, сложенное осадочными породами перекрытое подзолистыми почвами.

Река Карабула относится к рекам типично платформенного типа: со слабовыраженной долиной с выположенными склонами, сильно меандрирующим руслом, заболоченным дном, спокойным течением.

Русло очень извилистое, слабо разветвленное, в нижнем течении шириной до 60 м, дно песчано-галечное. Скорости течения от 0,2 до 2,0 м/с. В низовьях русло с меандрами до третьего порядка. Берега крутые, высотой до 2,0-2,5 м песчано-галечные.

Долина реки - в верховьях глубоко врезанная, в низовьях шириной до 10 км. Склоны долины террасированы почти на всем протяжении. Террасы относятся к комплексу низких. Пойма прерывистая, шириной от 0,5 до 4 км, сложена песками и супесями, местами заболочена. Русло зарастает водной растительностью. Среднегодовой расход воды 11,31 м³/с. Для водного режима характерно высокое весеннее половодье (сток до 73 %) и низкие дождевые паводки. Средняя продолжительность половодья 48 дней, наибольшая - 78 дней. Максимальный расход в половодье среднемноголетний составляет 180 м³/с. После половодья наступает низкая летне-осенняя межень (сток до 23%) и зимняя межень. В октябре река замерзает. Продолжительность ледостава средняя 190, наибольшая 210 дней. Большинство рек являются постоянными водотоками, но на значительной части более мелких рек в связи с промерзанием зимой сток прекращается. Сток на них может отсутствовать 20 – 200 дней. Среднегодовой модуль стока изменяется от 3 до 10 л/с · км². Болота развиты слабо и занимают около 7% площади.

Самым крупным притоком является р. Кежда, впадающая в р. Карабулу справа. Левые притоки её мелководны и незначительны. Наиболее крупными являются р. Кунчет с притоками Сухая Кунчет и Сырая Кунчет и р. Джигалея (р. Дулешма). Между ними в Карабулу впадает ряд более мелких ручьев: Зекаликон, Иен, Тяльниха, Калточет и Яткор.

Река Джигалея также равнинного типа со сходными характеристиками долины и русла. Ее расход в районе устья в июле 2008 г. составил 0,544 м³/с.

По данным многолетних режимных наблюдений за расходом и уровнем воды в р. Карабуле (водопост д. Карабула), за период 1951-2013 гг., установлено:

- по условиям питания р. Карабула относится к смешанному типу с преобладанием снегового питания – 72 %, дождевое питание составляет 21 %, а питание подземными водами 7 %;

- уровни воды и расходы в зимний и весенний периоды минимальны, в осенний период достигают средних величин, а во время весеннего паводка в мае-июне месяце - резко возрастают. Максимальные расходы воды в этот период достигали значений 454 м³/с, при среднем многолетнем значении расходов 11,4 м³/с;

- среднегодовой модуль стока равен 3,41 л/с · км² [1].

2.1.3 Климат

Климат рассматриваемой территории резко континентальный с холодной продолжительной зимой, коротким относительно жарким летом и затяжной дождливой осенью. В любой сезон года возможны резкие изменения погоды, переход от тепла к холоду, резкие колебания температуры воздуха от месяца к месяцу, от суток к суткам и в течение суток.

Физико-географические условия территории, её удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со стороны Северного Ледовитого океана и характер общей циркуляции воздушных масс являются одними из главных факторов, определяющими такое своеобразие климата.

В зимний период территорию охватывает сибирский антициклон, начинающий образовываться в сентябре. В антициклоне происходит формирование континентального, очень холодного воздуха. Зимой в горных районах сильно развиты инверсии. При сильных морозах и затишья часто образуются морозные туманы.

Исключительно низкие зимние температуры воздуха способствуют широкому распространению многолетней мерзлоты.

Летом на рассматриваемой территории относительно активно развивается циклоническая деятельность. Влагоносные воздушные массы, вызывающие значительные ливневые осадки. Воздушные массы неодинаково влияют на величину стока рек: их смена или отклонение путей перемещения сказывается на величине выпадающих осадков, а, следовательно, величине водности рек и её изменении по территории.

Для характеристики климата в районе изысканий использованы данные многолетних наблюдений по метеостанции Богучаны. В таблице 2.1.3.1 приведены основные климатические показатели по метеостанции Богучаны [1].

Таблица 2.1.3.1 – Основные климатические показатели по метеостанции Богучаны

№	Климатическая характеристика	Богучаны
1	Дорожно-климатическая зона согласно [4]	I
2	Среднегодовая температура воздуха, °С	-2,1
3	Абсолютный максимум температуры воздуха, °С	+37,7
4	Абсолютный минимум температуры воздуха, °С	-53,5
5	Среднегодовое количество осадков, мм	371
6	Средняя годовая скорость ветра, м/с	2,2
7	Преобладающее направление ветра в течение года	З

Продолжение таблицы 2.1.3.1

№	Климатическая характеристика	Богучаны
8	Максимальная глубина промерзания почвы, м	2,34
9	Нормативная глубина промерзания (м) для участков, где отсутствует вечная мерзлота:	
	суглинки и глины	2,19
	супеси и пески	2,67
	пески гравелистые и средней крупности	2,86
	крупнообломочные грунты	3,24

Температура воздуха

Характерной особенностью климата рассматриваемого района является его резкая континентальность, проявляющаяся в исключительно больших месячных и годовых амплитудах температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха минус $-2,1$ °С. В целом для станций данного района характерна синхронность температуры внутри года и за многолетний период. Экстремально холодными месяцами являются январь (минус $23,9$ °С); экстремально высокая температура наблюдается в июле (плюс $18,9$ град.) (таблица 2.1.3.2). [1].

Таблица 2.1.3.2 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

Станция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Богучаны	-23,9	-21,2	-10,9	-0,1	7,7	15,9	18,9	15,2	8,0	-0,3	-12,5	-21,7	-2,1

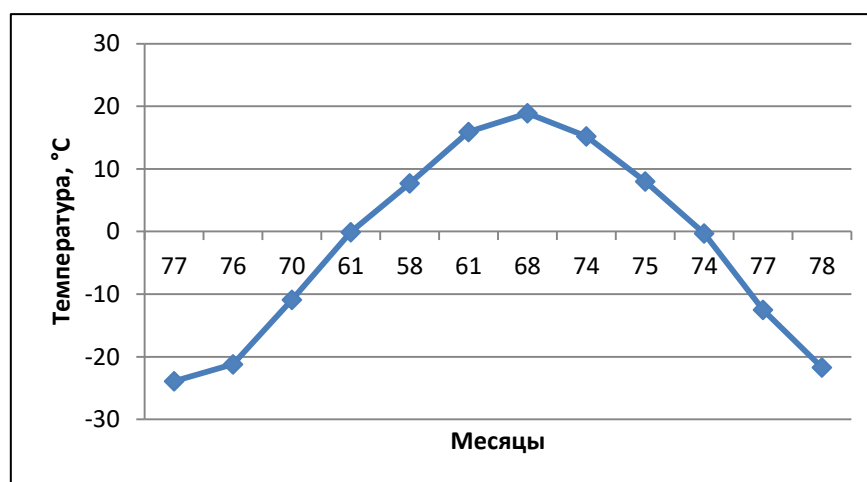


Рисунок 2.1.3.1 – Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С. [1].

Зимы на рассматриваемой территории исключительно суровы. Устойчивые морозы наступают во второй декаде октября. Наиболее низких значений температура воздуха достигает в январе, его средняя месячная температура воздуха составляет минус $23,9$ °С. Абсолютный минимум температуры воздуха также наблюдался в январе - минус $53,5$ °С (ГМО Богучаны, 1947 г.). Столь низкие температуры воздуха обусловлены сильным

выхолаживанием приземного слоя воздуха в условиях преобладания антициклонической погоды.

Средняя из абсолютных минимумов температуры воздуха – минус 45,4 °С. Наступление весенней температуры приурочено к концу апреля – началу мая. Этому периоду характерны ночные заморозки и высокие значения температуры днем, это объясняет высокую амплитуду колебаний суточных температур воздуха.

Летняя температура устанавливается в конце мая. Самым теплым месяцем в районе изысканий является июль, со средней месячной температурой воздуха плюс 18,9 °С. В июне и июле также отмечается абсолютный максимум температуры воздуха плюс 37,7 °С (ГМО Богучаны, 1968г.). Но даже июль не гарантирован от понижения температуры воздуха до отрицательных значений. Так в июле температура воздуха понижается до минус 1,0 °С.

Средняя из абсолютных максимумов температуры воздуха – плюс 33,4 °С. Средняя дата первого заморозка осенью приходится на 15 сентября, средняя дата последнего заморозка весной приходится на 25 мая. Продолжительность безморозного периода 112 дней.

Температура почвы

Годовой ход температуры поверхности почвы, в основном, аналогичен годовому ходу температуры воздуха. Самая низкая температура поверхности почвы наблюдается в январе (-25,4 °С), самая высокая - в июле (23,5 °С).

Таблица 2.1.3.3 – Средняя месячная температура поверхности почвы, °С. [Отчет].

Температура поверхности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Средняя	-25,4	-23,7	-13,0	-0,2	10,4	20,1	23,5	18,2	8,8	-1,1	-13,5	-22,6	-1,5



Рисунок 2.1.3.2 – Средняя месячная температура поверхности почвы, °С. [1].

Абсолютный максимум температуры поверхности почвы – плюс 60,7 °С (2012г.), абсолютный минимум температуры почвы – минус 56,4 °С (1940 г.).

Влажность воздуха

Влажность воздуха является одним из важнейших в практическом применении показателей, характеризующий режим увлажнения. Процессы образования туманов и облаков, испарения, осадения росы, инея, выпадения осадков и т.д. тесно связаны с влажностью воздуха.

Рассматриваемая территория относится к зоне достаточного и избыточного увлажнения. Средние многолетние величины, характеризующие распределение относительной и абсолютной влажности воздуха приведены в таблице 2.1.3.4.

Таблица 2.1.3.4 – Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха, %.
[1].

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Богучаны	77	76	70	61	58	61	68	74	75	74	77	78	71

Средняя относительная влажность воздуха в течение года изменяется в пределах 58-78 %. Высокие показатели влажности, отмечаемые на протяжении всего года, находят объяснение: зима характеризуется низкими температурами воздуха, а для лета характерно обилие осадков. Уменьшение влажности и достижение минимальных значений приурочено к маю (58%). Увеличение значений относительной влажности воздуха происходит с наступлением зимнего периода и максимальных значений достигает в декабре (78%).

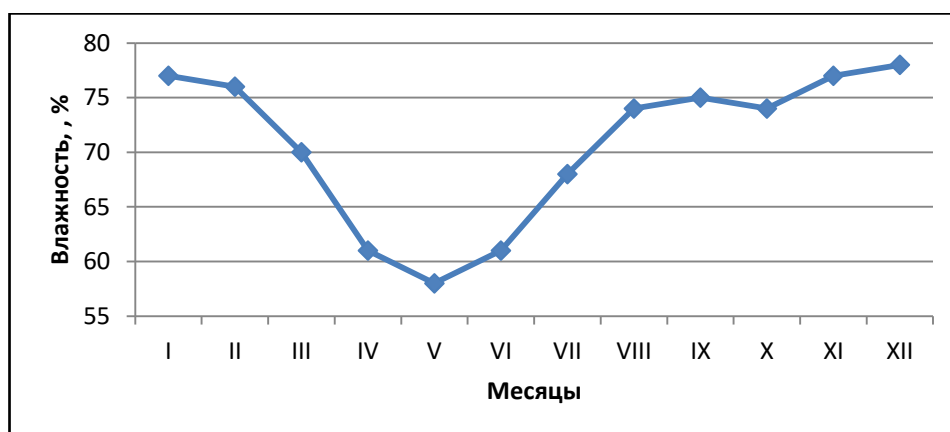


Рисунок 2.1.3.3 – Средняя месячная относительная влажность воздуха, %

Атмосферные осадки

Режим осадков на рассматриваемой территории определяется условиями атмосферной циркуляции, географическим положением и характером рельефа. Выпадение осадков в течение всего года обусловлено преимущественно прохождением западных циклонов. В зависимости от направления движения воздушных масс относительно горных хребтов на одних и тех же высотах наблюдается различное их количество. Наиболее

значительная величина осадков выпадает на наветренных склонах и в водораздельной части хребтов, расположенных на пути воздушных масс.

Годовое количество атмосферных осадков 371 мм (см. табл. 2.1.3.5). В течение года осадки выпадают неравномерно. В годовом ходе осадков минимум наблюдается в феврале и марте (12 мм). Основное количество атмосферных осадков, связанных с активизацией циклонической деятельности, выпадает в теплый период, и составляет 65-70 % от годовой суммы. Наибольшее их количество выпадает в июле и августе (55-56 мм). Осадки носят как обложной, так и ливневой характер. Отмечаются грозы, возможно выпадение града.

В течение года возможно возникновение туманов. Образование туманов, как и гололёдно-изморозевых явлений, объясняется радиационным выхолаживанием.

Таблица 2.1.3.5 – Месячное и годовое количество осадков, мм. [1].

Станция	Сумма осадков												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	
Богучаны	17	12	12	18	33	45	55	56	46	30	26	21	371

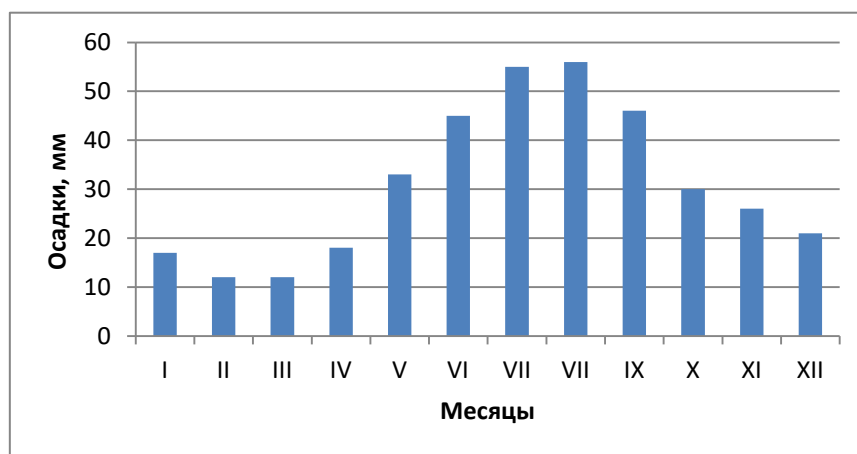


Рисунок 2.1.3.4 – Месячное количество осадков, мм. [1].

Таблица 2.1.3.6 – Суточный максимум осадков различной обеспеченности, мм. [1].

Станция	Обеспеченность %						
	5	10	20	30	40	50	80
Богучаны	49	43	36	32	28	25	17

Снежный покров

Сроки появления и образования устойчивого снежного покрова, его высота, определяются высотой и широтой местности, а также экспозицией склонов.

В районе производства работ средняя дата образования устойчивого снежного покрова приходится на 26 октября.

Максимальной величины снежный покров достигает в последней декаде февраля – первой декаде марта. Средняя, из наибольших, высота снега, в открытом для ветра месте,

составляет 50 см. Максимальная высота снежного покрова по данным снегосъемок составляет 79 см.

Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова на территории изыскания происходит, в среднем, в середине апреля (13 апреля). На большей части территории снежный покров отмечается в среднем в течение 175 дней в году.

Характерной особенностью местного снежного покрова является небольшая его плотность. Снег выпадает очень сухой и мало уплотняется в течение зимы. Высота снежного покрова по снегомерным съёмкам на последний день декады представлена в таблице 2.1.3.7.

Таблица 2.1.3.7 – Высота снежного покрова по снегосъёмкам на последний день декады, см. [1].

Станция	X			XI			XII			I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Богучаны		*		18			31			41	43		46	48	49	50	50	46	38	24	*	*		

(*) - обозначает, что снежный покров в данной декаде наблюдался реже чем в 50% зим.

() - в данной декаде снегосъёмка не предусмотрена планом наблюдений.

Согласно карте районирования территории РФ по расчетному значению веса снегового покрова земли [12], территория располагается в IV районе с величиной расчетного значения веса снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли Sg = 2,4 кПа. По данным ГМО Богучаны вес снегового покрова Sg на 1м² составляет 1,54 кПа.

Атмосферные явления

Облачность. Основное влияние на формирование облачности оказывают циркуляционные процессы. Данные процессы определяют преобладающее направление движения воздушных потоков и содержание в них влаги. Подстилающая поверхность также оказывает влияние на формирование облачности. Существует закономерность изменения характера и количества облачности в течение года. Для зимнего периода характерно большее число ясных дней, чем для летнего.

Высокая температура воздуха, высокое содержание влаги, развитие процессов испарения, конвекции и определенная циркуляция в совокупности являются причиной уменьшения числа ясных дней по нижней облачности в течение года.

Однако, количество ясных дней с облаками нижнего яруса в 6-7 раз больше, чем с облаками других ярусов. Низкие разорванные облака плохой погоды имеют заметную повторяемость (около 5%) и нехарактерны для холодного периода.

Метели. В половине случаев в данном районе метели возникают при скоростях ветра меньше 6 м/с. В среднем в году наблюдается 45 дней с метелью, максимально 81

день. Особо опасны метели при низких температурах, когда снег обычно легко поддается переносу.

Туманы. Физико-географические условия, атмосферное давление, температура воздуха, направление ветра оказывают большое влияние на образование туманов. Помимо перечисленных факторов большое влияние на формирование туманов зимой оказывает наличие ясного неба, скорость ветра, мощные приземные инверсии, влажность воздуха.

Также в зимний сезон в местах с физико-географическими условиями и распространенностью форм рельефа, обеспечивающими застой холодного воздуха при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже возможно образование морозных (ледяных) туманов. Их возникновение обусловлено дополнительным увлажнением воздуха в результате производственно-бытовой деятельности, связанной с термическим разложением углеводородов. Мощные приземные инверсии, малые скорости ветра и низкие температуры являются причиной устойчивости таких туманов. Обычно возникновение и локализация данных туманов приурочено к территории населенных пунктов.

Среднее число дней с туманом составляет 30 дней, максимальное 50 дней.

Грозы. Число дней с грозами может достигать 36 дней в году, в среднем составляет 19. Чаще всего грозы отмечаются в июле, но иногда наблюдаются в мае и сентябре. К опасным метеорологическим явлениям относят шквалы, часто сопровождающие грозы. Шквалы отличаются резким увеличением скорости ветра, которая может достигать 15 и более м/сек и кратковременными ливневыми осадками, порой в виде града и снежной или ледяной крупы.

Град. Град наблюдается преимущественно в теплую половину года. Обычно он сопровождается ливневыми осадками, грозами и иногда шквалистым ветром. Град во время грозы чаще всего выпадает при вторжении холодных воздушных масс, бывает нередко крупных размеров.

Среднее число дней с градом за год невелико и изменяется от 0,6 и до 0,7 дня (максимально 3 дня).

Ветровой режим

Повторяемость направления ветра характеризуется сезонной периодичностью. Ветровой режим рассматриваемого района, в целом, зависит от муссонной циркуляции. Поэтому, летом и зимой преобладают юго-западные и западные ветра.

В зимний период средние скорости невелики и минимальные значения скоростей отмечаются в январе-феврале (1,7-1,8 м/с). Весной средние скорости ветра возрастают до 2,7 м/с. Максимальные скорости ветра отмечаются осенью в сентябре – октябре и достигают до 2,7-3,0 м/с (таблица 2.1.3.8).

Таблица 2.1.3.8 – Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с. [1].

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Богучаны	1,8	1,7	2,2	2,7	2,3	1,7	1,8	2,1	3,0	2,7	2,0	2,0	2,2

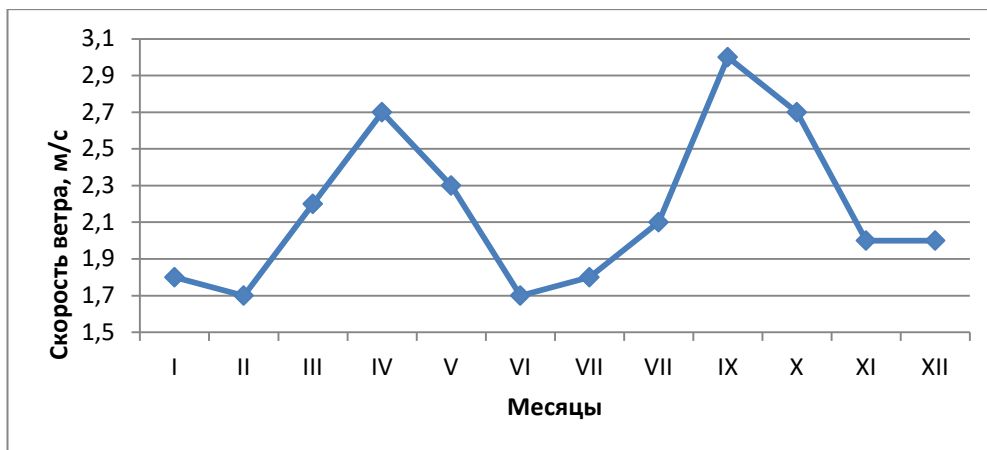


Рисунок 2.1.3.5 – Средняя месячная скорость ветра, м/с.

Таблица 2.1.3.9 – Повторяемость направлений ветра и штилей по данным ГМО Богучаны, (%). [1].

Направление	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Год	4	9	9	3	6	25	35	9	31

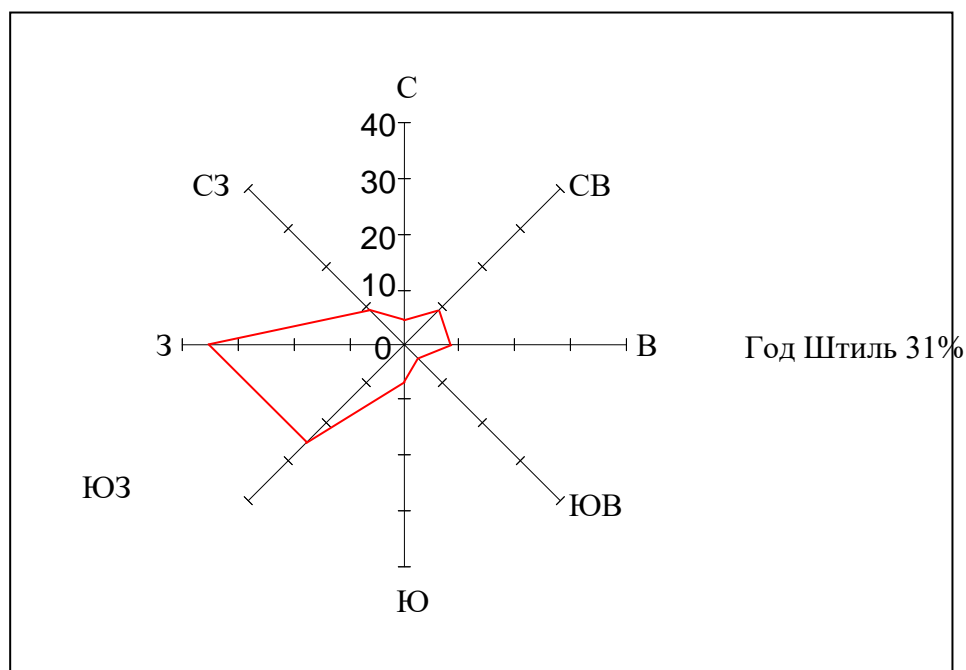


Рисунок 2.1.3.6 – Розы ветров по данным ГМО Богучаны. [1].

Среднее число дней со скоростью ветра 15 м/с и более – 13 дней.

Нормативное значение ветрового давления (w_0), согласно [12], составляет для района изысканий (II ветровой район) - 0,3 кПа (30 кгс/м²).

2.2 Изученность инженерно-геологических условий

Наиболее ранние геологические исследования долины р. Ангары были проведены В.М. Козицким (1848 г.) и П.К. Яворовским (1895 г.). При геологическом описании были выделены кембро-силурийские, каменноугольные отложения и траппы.

С 1917 по 1923 гг. в бассейне р. Ангары работал С.В. Обручев. Он впервые составил геологическую карту этого района, разработал стратиграфическую схему развитых здесь отложений, выделил отложения нижнего, среднего и верхнего кембрия, ордовика, тунгусской серии, включив в последнюю продуктивную (пермо-карбоновую) и туфогенную (нижнетриасовую) толщи. Стратиграфическая схема С.В. Обручева послужила основой для всех более поздних геологических построений.

Изучением перспектив нефтеносности района в 1938 г. занимались Г.И. Кириченко и А.С. Хоментовский. Исследователи дали отрицательную оценку перспектив района на нефть, в то же время они значительно дополнили существовавшие ранее данные по стратиграфии докембрийских и нижнепалеозойских отложений.

С 1947 г. в районе ведется мелкомасштабная геологическая съемка сотрудниками ВАГТ Э.А. Фальковой и Б.Н. Леоновым. Впервые в результате их работ на всю площадь были составлены геологическая и геоморфологическая карты в масштабе 1:1000000. Принятая ими схема стратиграфии базируется, в основном, на данных С.В. Обручева. Одновременно А.Т. Майбородой на этой же территории проводилась аэромагнитная съемка масштаба 1:200000, в процессе которой был выявлен ряд небольших магнитных аномалий в низовьях р. Карабулы.

В 1950 г. по р. Ангара от пос. Кежмы до устья р. Иркинеевой и вверх по ней Н.С. Зайцевым (1952 г.) и Л.Н. Репиной изучена мощная толща карбонатных пород. Эти исследователи расчленили упомянутую толщу на три свиты: климинскую и агалевскую (синский и толбачанекский горизонты нижнего кембрия) и зеледеевскую (олекминский и кетеминский горизонты среднего ордовика).

Подробная геоморфологическая характеристика долины р. Ангары приводится В.И. Сахаровой (1954 г.) и С.С. Воскресенским (1955 г.). Интереснейшие материалы по стратиграфии кембрия Нижнего Приангарья собраны и обобщены В. С. Карпышевым (1964, 1967 гг.).

В 1958 г. М.Н. Благовещенской составлена геологическая карта масштаба 1:1000 000 территории листа О-47. Автор карты выделяет в районе отложения алданского и ленского ярусов нижнего кембрия, нижнеордовикские, каменноугольные и верхнемеловые-палеогеновые отложения нерасчлененные.

Ряд новых магнитных аномалий и аномальных зон был выявлен на площади листа

В.А. Каспаровой, проводившей здесь в 1957 г. аэромагнитную съемку масштаба 1:200 000.

Геологосъемочными партиями Эвенкийской экспедиции ВАГТ в 1957 г. площадь листа О-47-XIV была покрыта геологической съемкой масштаба 1:200000 А.И. Емельяновой и Н.Э. Шульц (1958, 1962 гг.). На составленной ими геологической карте этого листа впервые показано широкое развитие нижнеюрских отложений, выделены небольшие участки туфогенных пород корвунчанской свиты. Верхнепалеозойская угленосная толща расчленяется на катскую и бургу克林скую свиты. Нижнепалеозойские отложения расчленяются на усольскую, бельскую, булайскую, ангарскую свиты нижнего кембрия, верхоленскую свиту верхнего кембрия, усть-кутскую, ийскую и мамырскую свиты ордовика.

Более поздние работы в районе (Чудаков, 1960 г., Пастухов, 1966 г. и др.) показали, что эта карта имеет существенные недостатки, не отражает многие важные детали геологического строения района, а ряд геологических построений носят субъективный характер.

В 1956-1958 гг. комплексные геолого-геофизические работы проводят Ангарская и Богучанская геофизические партии Северо-Енисейской экспедиции. Целевое направление этих работ - поиски месторождений железа, меди и т.п. Промышленных месторождений эти партии не выявили.

Новые данные по литологии и стратиграфии верхнепалеозойских отложений бассейна р. Карабулы были получены Н.А. Чудановым (1960 г.) и Н.И. Ильюхиной (1959 г.). Верхнепалеозойская угленосная толща расчленяется ими на ливьяжнинскую и рыжковскую свиты и сопоставляется с разрезами Кокуйского угольного месторождения.

В 1964-1965 гг. комплексные геолого-геофизические работы на территории листа проводят Нембинская, Карабулинская, Приангарская и Бичилейская партии северо-Енисейской геофизической экспедиции с целью поисков и оконтуривания депрессий, благоприятных для накопления и сохранения бокситов. При проверке отдельных аномалий, выявленных этими партиями, бокситы не были встречены.

В 1964 г. Б.И. Ялунин и В.А. Бураковский проводили на всей площади листа высокоточную аэромагнитную съемку в масштабе 1:25000. В итоге работ было выявлено много новых магнитных аномалий, связанных обычно с телами долеритов в 1965 г. эта же площадь была покрыта гравиметрической съемкой масштаба 1:200000 (Чебан, 1966 г.). Результаты упомянутых геофизических работ учтены при составлении геологической карты и тектонической схемы района (отрисовка ряда тел траппов, структур фундамента платформы и т.д.).

В 1964-1965 гг. поиски бокситов и угля ведет Карабульская партия (Пастухов, 1966

г.). Партией дана отрицательная оценка бокситоносности района. В то же время получен большой фактический материал по стратиграфии палеозойских и мезозойско-кайнозойских отложений.

В 1966 г. А.Е. Березий и З.И. Крусь проводили пересъемку листа О-47-XIV с целью подготовки к изданию геологической карты, карты полезных ископаемых и объяснительной записки к ним. В итоге работ этой партии, включавших в себя детальное изучение кернового материала Карабульской партии, дополнительные объемы геологосъемочных и горных работ, были получены новые данные, значительно дополняющие существовавшие ранее представления о геологии этого района [4].

В 1984 г. Т. Г. Рященко проводила исследования, направленные на инженерно-геологическую оценку четвертичных отложений [13].

Последующие работы, проводившиеся на территории данного района, в основном, были направлены на изучение инженерно-геологических условий и процессов, связанных с активным развитием гидротехнических сооружений (Ангаро-Енисейский каскад ГЭС).

В 1994 г. Тржинский Ю. Б. проводил инженерно-геологическую оценку регионов, прилегающих к водохранилищам Ангаро-Енисейского каскада ГЭС [14].

В 2000 г. Кусковский В. С. также занимался исследованиями эколого-гидрогеологических особенностей водохранилищ Енисейского каскада ГЭС [15].

В 2012 г. Е.А. Козырева и др. проводили исследование инженерно-геологических процессов в зоне влияния Байкало-Ангарской гидротехнической системы [16].

Исследования инженерно-геологических условий и процессов данной территории производятся вплоть до современного времени [17].

2.3 Геологические условия

2.3.1 Стратиграфия

На изучаемой территории представлены породы возраста: архей, протерозой, кембрий, ордовик, карбон, пермь, триас, юра и четвертичные отложения. Отсутствуют: силур, девон, мел, палеоген, неоген.

Геологический разрез и геологическая карта представлены на рисунках 2.3.1.1 и 2.3.1.2 соответственно. Условные обозначения единые для карты и разреза и представлены на рисунке 2.3.1.2.

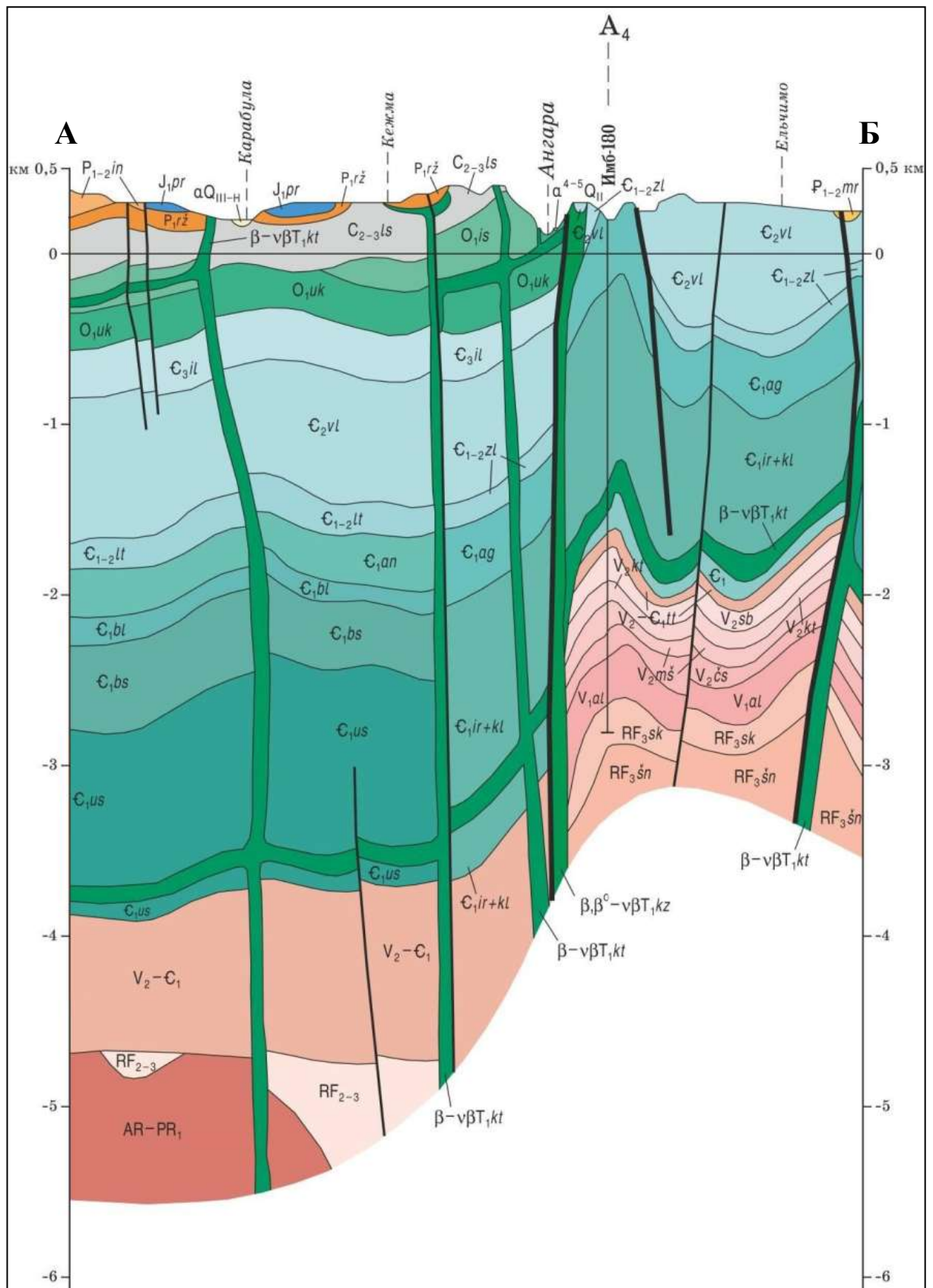


Рисунок 2.3.1.1 – Геологический разрез исследуемой территории по линии А-Б [2]

Архей–нижний протерозой (AR–PR1)

На исследуемой территории кристаллический фундамент не вскрыт. По геофизическим данным устанавливается его присутствие на глубине до 12 км и более. Непосредственно к северу от листа породы фундамента обнаружены в скважинах Юр-1, 6, 9, 66 и др. Они представлены серицитизированными биотит-плагиоклазовыми гнейсами, гранитогнейсами, гранитоидами, в различной степени преобразованными метаморфическими процессами в условиях зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фации регионального метаморфизма. Породы частично изменены палеогипергенными процессами. Максимальная вскрытая мощность пород фундамента 257 м.

Средний рифей

Удере́йская свита (RF_{2ud}) выделена в 1955 г. Г. И. Кириченко. Название дано по р. Удере́й, притоку р. Каменка (Енисейский кряж). Мощность – более 350 м.

Свита сложена монотонными по цвету сланцами серицитовыми, хлорит-серицитовыми, хлорит-кварц-серицитовыми, исходными для которых являются алевритоглинистые сланцы и алевролиты. В разрезах они представлены соответственно в количестве 70 и 30 % . Породы тонко переслаиваются. Они окрашены в серые, темно-серые, зеленовато-серые и буровато-серые тона. Слоистость нечеткая, обусловленная нитевидными и линзовидными прослоями сланцев разных оттенков. Редко отмечаются маломощные прослои песчаников.

Погорю́йская свита (RF_{2pg}) описана С. В. Обручевым в 1929 г. Название происходит от дер. Погорю́й на р. Ангара.

Свита представлена чередованием темно-серых и серых, часто пиритизированных тонкослоистых алевритистых аргиллитов (глинистые сланцы), алевролитов, кварцитовидных песчаников. Породы образуют ритмы разных порядков. Редко встречаются гравелиты, конгломераты и известняки. Мощность – до 1250 м. Свита согласно залегает на удерейской свите.

Свита Карточка (RF_{2kr}) выделена С. В. Обручевым в 1929 г. и названа по имени скалы Карточка на р. Иркинеева.

Ее породы картируются по правому борту р. Ангара и бассейном р. Иркинеева и Ниж. Тера и их притоков. Представлена фациально выдержанными метаморфизованными мергелями пестроцветными, известняками глинистыми, известняками, в том числе кристаллическими с кремнями, алевролитами известковистыми, конгломерато-брекчиями карбонатными, серицит-известковыми и другими сланцами. Характерны железо-

марганцевые конкреции. Мощность – до 200 м. Породы свиты согласно залегают на алевролитах верхней части погорюйской свиты.

Верхний рифей

Шунтарская свита (RF_{3šn}) выделена С. В. Обручевым в 1929 г. Название происходит от названия шиверы Шунтар на р. Ангара. Она является третьей снизу свитой тунгусикской серии.

Обнажения свиты известны в Ангаро-Тунгусском районе по правому борту р. Ангара в районе Иркинеевского выступа.

Состав свиты: филлиты серо- и зеленоцветные углеродистые с хлорито-идом; сланцы (метаалевролиты) хлорит-серицитовые углеродсодержащие; кварциты буровато-серые; метадоломиты, метаизвестняки черные углеродистые, глинистые; сланцы известково-серицит-глинистые и др. Мощность 930 м. Свита изменчива по составу и мощности. Залегает согласно на джурской свите.

Свита серого ключа (RF_{3sk}) представлена известняками серыми, иногда доломитизированными и строматолитовыми. Мощность до 400 м.

Средний-поздний рифей

Отложения нерасчлененные (RF₂₋₃) представлены пестроцветными терригенными породами, подстилающие тулунскую свиту, внизу – карбонатные породы (более 1000 м).

Ранний венд

Алешинская свита (Val) описана А. В. Благодатским. Свое название она получила по руч. Алешин – притоку р. Тасеева.

Породы свиты представлены (%) пестроцветными песчаниками – 50, аргиллитами – 40, алевролитами, гравелитами и конгломератами – 10. Видимая мощность отложений свиты на дневной поверхности – до 70 м, в скважинах – 360 м. Свита несогласно залегают на подстилающих отложениях рифея.

Чистяковская свита (Včs) выделена А. В. Благодатским. Название дано по р. Чистяковская, притоку р. Тасеева.

Чистяковская свита распространена в Иркинеевско-Тасеевском районе (на площади Иркинеевского выступа и восточнее его в бассейне р. Ангара), встречается там же, где алешинская свита.

Свита сложена преимущественно зелено-сероцветными, реже красноцветными песчаниками и алевролитами, доломитами. Мощность по скважинам составляет 135–270 м. Сотношения с подстилающими отложениями согласные.

Поздний венд

Мошакoвская свита ($Vm\check{s}$) описана А. В. Благодатским. Название происходит от р. Мошакoвая, притоку р. Тасеева.

Свита является третьим верхним подразделением тасеевской серии. Распространена там же, где алешинская и чистьяковская свиты. Ее состав однообразен – весь разрез представлен терригенными красноцветными отложениями. Соотношения с подстилающей чистьяковской свитой согласные.

В районе пос. Маньзя свита согласно залегает на чистьяковской и представлена вишнево-бурой преимущественно алеврито-аргиллитовой толщей с прослоями песчаников, редко пестроцветных доломитов и мергелей, и гравелитовых песчаников в кровле. Тонко-мелкозернистые песчаники характерны для нижней части свиты (20 м). По составу песчаники (и алевролиты) полевошпатово-кварцевые с прослоями полимиктовых и кварцевых разностей, слюдистые вишнево-красные и красно-бурые. Мощность – 70 м.

Катангская свита (V_{2kt}) описана Н. В. Мельниковым в 1982 г. Название получила от р. Катанга в Красноярском крае.

Свита сложена в Ангарском районе доломитами глинистыми, доломитами ангидритистыми, доломитами, галитами, аргиллитами и алевролитами. Мощность 260 м. В северных разрезах в ее составе присутствуют глинистые доломиты, доломиты, мергели, ангидриты, доломито-ангидрито-глинистые породы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, прослои и пласты солей и брекчированных пород. Породы пестроцветные. Мощность – до 300 м.

Собинская свита (V_{2sb}) выделена Ю. А. Жуковиним в 1983 г. Название происходит от р. Соба в Красноярском крае.

В типовом разрезе собинская свита сложена доломитами, доломитами ангидритистыми, глинистыми, с прослоями ангидритов, мергелей, аргиллитов, известняков, каменных солей. Она согласно залегает на катангской свите. Мощность 115 м. В разрезах других скважин мощность достигает 300 м.

Поздний венд-ранний кембрий

Отложения нерасчлененные ($V_2-\epsilon_1$) представлены доломитами известковистыми, известняками битуминозными, красноцветными аргиллитами, алевролитами, гравелитами, конгломератами, песчаниками (до 180 м).

Редколесная и островная свиты объединенные (V₂-Є₁ rd+os) представлена доломитами, известняками, аргиллитами, алевролитами, гравелитами, конгломератами, песчаниками. Мощность от 105 до 150 м.

Ранний кембрий

Иркинеевская и климинская свиты объединенные (Є₁ir + kl). Объединение свит связано с их небольшой мощностью и необходимостью генерализации применительно к масштабу карты.

Иркинеевская свита выделена В. С. Карпышевым в 1964 г. из состава климинской свиты В. Н. Григорьева и Л. Н. Репиной. Название дано по р. Иркинеева, притоку р. Ангара. Свита сложена доломитами, в верхней части кавернозными, глинистыми доломитами и карбонатными брекчиями, мергелями, аргиллитами. По данным А. Е. Березия и др. (1976 г.), соотношение пород в свите следующее (%): доломиты – 50, известковые доломиты – 43, карбонатные брекчии – 3, мергели и аргиллиты – 4.

Мощность 150 м. Залегают согласно на островной свите. Распространена незначительно по бортам р. Ангара на Иркинеевском выступе и в районе Ангарских складок. Аналогии выделяются на Чадобецком поднятии.

Усольская свита (Є₁us) выделена Я. К. Писарчик в 1955 г. Название происходит от г. Усолье Сибирское Иркутской области.

Свита сложена доломитами, в том числе глинистыми или ангидритистыми, известняками, солями, местами аргиллитами и красноцветными мергелями. Мощность - до 450 м. Она залегает согласно на подстилающих венд-нижнекембрийских отложениях.

Бельская свита (Є₁bl) выделена В. С. Карпышевым в 1952 г. Название от р. Белая (левый приток Ангара).

Свита, как и усольская, вскрывается только в скважинах. Она широко распространена на площади Катангского и Ангарского районов. Свита начинается толщей карбонатных пород, сложенной доломитами, доломитами глинистыми, ангидритистыми, доломито-ангидритами, известняками, с редкими прослоями каменной соли. Верхняя ее часть сложена переслаивающимися солями каменными и доломитами, доломитами ангидритистыми, глинистыми, редко мергелями и аргиллитами известковистыми. Мощность 590 м.

Агалева свита (Є₁ag) выделена В. Н. Григорьевым и Л. Н. Репиной в 1956г. Название происходило от р. Агалева, правого притока Ангара.

Свита распространена по бортам р. Ангара в районе Иркинеевского выступа и в зоне Ангарских складок, т. е. в пределах Иркинеевско-Тасеевского района. Свита сложена доломитами и известняками, в меньшей мере терригенными породами, кремнями. Известняки разного цвета: серые, коричневатые-серые, белые, розовато-желтые и др., доломиты – серовато-белые, белые и др. В карбонатах присутствуют онколиты, много пластовых строматолитов. Мощность – до 270 м. Свита согласно залегает на климинской свите.

Булайская свита (ϵ_{1bs}) выделена М. Н. Бондаренко в 1934 г. Название происходит от названия села Булай на р. Белая. Она занимает площадь Катангского и Ангарского районов и вскрыта скважинами.

Свита сложена доломитами, известняками, местами ангидритами, аргиллитами. Мощность – до 125 м. Залегает согласно на бельской свите.

Ангарская свита (ϵ_{1an}) выделена А. А. Арсеньевым и Е. А. Нечаевой в 1945 г. Название от р. Ангара. Стратотип не указан. Свита не обнажена на поверхности, но вскрыта во всех глубоких скважинах Катангского и Ангарского районов.

Ангарская свита представлена преимущественно каменными солями с прослоями доломитов, доломито-ангидритов, глинистых доломитов и мергелей с многочисленными пропластками ангидритов, отмечаются также алевролиты, аргиллиты, брекчии. Мощность – до 700 м. Согласно залегает на булайской свите.

Нижнекембрийские отложения нерасчлененные (ϵ_1). В комплекс этих отложений включены аналоги иркинеевской, климинской и агалеевской свит Чадобецкого района. Нижнекембрийские отложения распространены по периферии Чадобецкой структуры повсеместно, окаймляют верхневендско-нижнекембрийские отложения нерасчлененные (аналоги редколесной и островной свит) и залегают на них согласно. Состав – существенно карбонатный: светло-серые, желтовато-серые доломиты, серые, желтовато-серые и розовато-серые известняки, иногда глинистые. В разрезе отмечаются в незначительном количестве кремнистые породы.

Нижний-средний кембрий

Литвинцевская свита (ϵ_{1-2lt}) выделена В. П. Масловым в 1932 г. Название происходит от с. Литвинцево на р. Илим в Иркутской области. Она полностью соответствует зеледеевской свите, отличаясь присутствием солей.

Свита имеет карбонатный состав, присутствуют соли. Она согласно залегает на ангарской свите. В Катангском и Ангарском районах литвинцевская свита сложена известняками и доломитами коричневатые-серыми пятнистыми, нередко брекчиевидными

и кавернозными, доломитовыми мергелями, реже ангидритами, аргиллитами, песчаниками и каменной солью. Мощность – до 140 м.

Зелеевская свита ($\epsilon_{1-2}l$) описана В. Н. Григорьевым и Л. Н. Репиной в 1956 г. Название дано по дер. Зелеево (правый берег р. Ангара).

Свита сложена известняками, доломитами, брекчиями, в том числе брекчиями выщелачивания солей, мергелями, алевролитами, песчаниками, гипсами, ангидритами. Мощность 180–400 м. Она с перерывом залегает на агалевской свите нижнего кембрия.

Средний–верхний кембрий

Верхоленская свита ($\epsilon_{2}vl$) выделяется в бассейне р. Ангара.

Верхоленская свита сопоставляется с нижней и средней подсвитами. Она несогласно залегает на карбонатных породах нижнего кембрия.

Нижняя часть разреза свиты мощностью около 260 м сложена (%) аргиллитами известковыми (34), известняками алевролитистыми и алевролитами известковистыми (26), известняками глинистыми (21), доломитами глинистыми и алевроито-глинистыми, иногда меденосными (11), аргиллитами известково-доломитистыми, иногда гипсоносными (8). Цвет преимущественно красно-коричневый, реже зеленый.

Верхняя часть разреза свиты представлена известковистыми алевролитами, алевролитистыми известняками, глинистыми и доломитистыми известняками, глинистыми доломитами, в т. ч. меденосными, известковыми песчаниками и аргиллитами. Цветовая окраска пестрая от красно-коричневой до зеленовато-серой. Мощность 490 м.

Оленчиминская свита ($\epsilon_{2}ol$) выделена Л. К. Качевским в 1969 г. на р. Вельмо по данным бурения скважины в устье р. Оленчимо.

Оленчиминская свита встречена в северной части территории в пределах Катангской зоны районирования средне-верхнекембрийских образований. Характерными признаками свиты является преимущественно кирпично-красная окраска и тонкий состав обломочного материала. Оленчиминская свита залегает с угловым несогласием и гравелито-конгломератами мощностью 0,4–0,5 м в основании на отложениях нижнего кембрия. Представлена красноцветными породами терригенно-карбонатного состава, преимущественно известковистыми аргиллитами и алевролитами с маломощными прослоями и линзами гипсов. Мощность 250–300 м.

Черноостровская свита ($\epsilon_{2}\delta o$) выделена В. Э. Кырвелом в 1972 г. в низовьях р. Подкаменная Тунгуска, вблизи о-ва Черный. Отложения черноостровской свиты, так же

как и оленчиминской, выделяются в пределах Катангской зоны районирования средне-верхнекембрийских образований.

Нижняя граница свиты проводится по подошве маркирующего меденосного бедобинского горизонта, хорошо отличающегося от вмещающих пестроцветных пород.

Горизонт сложен двумя пластами серых водорослевых известняков с вкрапленностью медьсодержащих минералов, разделенных зеленоцветными известковистыми алевролитами. Общая мощность горизонта от 2,5 до 5–6 м. Выше залегают пестроцветные известковистые и доломитистые алевролиты и мергели с прослоями оолитовых и водорослевых известняков, некоторые из которых являются маркирующими на локальных площадях. Мощность свиты 180–220 м.

Верхний кембрий

Вельминская свита (€_{3v1}) выделена В. Э. Кырвелом в 1972 г. На р. Вельмо, начиная от ее притока – р. Енгида и до устья Вельмо.

Отложения вельминской свиты представлены известковистыми алевролитами и песчаниками, алевритовыми и песчанистыми известняками преимущественно желто-зеленой окраски. Встречаются водорослевые и оолитовые меденосные известняки. По данным А. В. Турчина, для свиты характерно преобладание доломитистых мергелей над алевролитами, зелено-серых и желто-серых тонов над красными, более грубая ритмичность по сравнению с нижележащими отложениями. Мощность вельминской свиты, по разным данным, достигает 150–180 м.

Нижний ордовик

Пролетарская свита (O_{1pr}) выделена Г. И. Кириченко в 1950 г. на р. Подкаменная Тунгуска в районе мыса Пролетарский.

Залегает согласно на отложениях вельминской свиты, нижняя граница устанавливается четко по полному исчезновению в разрезе пестроцветных пород. По данным Б. В. Шибистова, свита представлена известняками водорослевыми оолитовыми, алевритовыми известняками, алевропелитами, алевролитами и песчаниками известковистыми. Мощность – от 50 до 170 м.

Усть-кутская свита (O_{1uk}) выделена в 1892 г. В. А. Обручевым на р. Лена в районе с. Усть-Кут. На рассматриваемой территории свита картируется в среднем течении р. Ангара (в пределах зоны Ангарских складок) и в бассейнах рек Чуна и Бирюса (на Чуно-Бирюсинском поднятии). Нижняя граница, как и для пролетарской свиты, проводится по появлению мощных пластов песчаников и известняков желто-серой окраски или по полному исчезновению красноцветов.

В зоне Ангарских складок в пределах Агалеевской антиклинали, по данным Г. Ф. Борзенко, усть-кутская свита представлена песчаниками известковыми, иногда глауконитовыми (47 %), известняками: песчанистыми (14 %), оолитовыми (12 %), водорослевыми (10 %) и аргиллитами (3 %). Цвет пород зеленовато-серый, серый, желтовато-серый, реже лилово-серый. В водорослевых известняках отмечаются примазки малахита. Мощность свиты 230 м.

Нижний–средний ордовик

Ийская свита (O_{1is}) выделена Г. Г. Лебедем в 1960 г. на р. Ия, притоке р. Ангара. На рассматриваемой территории отложения ийской свиты картируются в пределах зоны Ангарских складок. Свита залегает согласно на усть-кутской свите, подошва большинством исследователей проводится по появлению пестроцветных пород с заметным преобладанием терригенного материала.

В составе ийской свиты резко доминируют песчаники (82 %) красного, розового, коричневого, желто-серого, реже зеленовато-серого цвета. Песчаники существенно кварцевые, с примесью полевых шпатов. Алевролиты и аргиллиты отмечаются реже, соответственно 7 и 11 %. В верхней части разреза отмечаются маломощные (0,1–2 м) прослои пестроцветных конгломератов с галькой известняков, песчаников, алевролитов и аргиллитов с многочисленными отпечатками раковин брахиопод, гастропод и трилобитов. Мощность 130 м.

Средний ордовик

Бадарановская свита (O_{2bd}) выделена в бассейне р. Уда Ю. И. Заниным и Л. В. Огиенко в 1960 г. Непосредственно на территории листа отложения бадарановской свиты развиты в пределах зоны Ангарских складок. По одним данным, она залегает согласно на ийской свите, по другим она ложится на различные горизонты ийской свиты.

Свита сложена преимущественно кварцевыми и кварц-полевошпатовыми песчаниками светло-серого, серого и желтовато-серого цвета с прослоями зеленовато-серых, иногда вишневых и лилово-бурых алевролитов и аргиллитов. В нижней части свиты, а в некоторых разрезах и верхней части отмечаются горизонты конгломератов мощностью 1–11 м с многочисленными остатками фауны брахиопод, гастропод, наутилоидей. Песчаники в основном мелко-среднезернистые с кремнисто-глинистым, кремнисто-карбонатным и карбонатным цементом, иногда содержат гравийного размера обломки темно-коричневых кремней. Алевролиты отличаются от песчаников только размерностью обломочного материала. Мощность бадарановской свиты на данной площади колеблется от 70 до 190 м.

Средний–верхний карбон

Листвяжнинская свита (C_{2-3ls}) выделена Н. П. Ильюхиной и Н. Г. Вербицкой на Кокуйском месторождении угля (за пределами характеризуемой площади). Свита залегает согласно с постепенным переходом на мурминской свите или с размывом на породах нижнего палеозоя.

В стратотипическом разрезе свита представлена сероцветными песчаниками (35–50 %), алевролитами и аргиллитами (50–65 %) с пластами угля. С вышележащими нижнепермскими образованиями в районе Кокуйского месторождения имеет постепенный переход. На других площадях с размывом и угловым несогласием перекрывается нижнепермскими, нижнетриасовыми или юрскими образованиями. Мощность до 165 м.

Нижняя пермь

Рыжковская свита (P_{1rž}) выделена Н. П. Ильюхиной и Н. Г. Вербицкой на Кокуйском месторождении каменного угля, где она согласно залегает на клинтайгинской свите и сложена песчаниками, подчиненными алевролитами, аргиллитами, углисто-глинистыми породами, редко конгломератами.

Свита сложена песчаниками, подчиненными алевролитами, аргиллитами и углями. По разрозненным фрагментам разреза по рекам Глубокая, Бурбукан и Карабула у заимки Гавриловская возможно выделение трех пачек, в основании которых залегают песчаники, сменяющиеся алевролитами, аргиллитами и глинисто-углистыми породами с маломощными пластами угля. Мощность свиты здесь изменчива и варьирует в пределах 40–90 м.

Нижняя–средняя пермь

Ингамбинская свита (P_{1-2in}) выделена В. И. Будниковым на Кокуйском месторождении, где она представлена толщей (около 50 м) песчаников с прослоями углистых алевролитов и аргиллитов, в нижней и средней частях вмещающих прослойки внутриформационных конгломератов.

В бассейне р. Карабула свита с размывом залегает на рыжковской свите и сложена в основном разнозернистыми полимиктовыми песчаниками с резко подчиненными прослоями алевролитов, аргиллитов и угля (пропластки мощностью 5–20 см) в верхней части. В основании свиты залегают гравелиты и конгломераты. Мощность ее в этом районе до 80 м, на Карабульском поднятии сокращается до 20 м.

Нижний триас

Учамская свита (T_{1uč}) наиболее распространена среди нижнетриасовых отложений на территории листа. Выделена Г. Н. Садовниковым по р. Учами, притоку р.

Ниж. Тунгуска. Коренные выходы пород свиты значительной протяженности наблюдаются по обоим берегам р. Ангара и многих ее притоков.

Сложена преимущественно крупнообломочными туфами с незначительной примесью терригенного материала. Свита несогласно с размывом перекрывает вулканогенно-осадочные образования тутончанской свиты и в свою очередь без видимого несогласия перекрывается бугариктинской свитой. Часто с размывом и угловым несогласием залегает непосредственно на разновозрастных палеозойских образованиях (от кембрия до перми). Псефитовые туфы нередко бронируют водоразделы, образуя останцы в рельефе в виде возвышенностей и гряд.

В пределах антиклинальных поднятий мощность свиты резко сокращена (до 100 м), так как здесь сохраняются от эрозии только низы свиты, а в пределах мульдообразных депрессий, напротив, мощности резко возрастают (до 350 м).

Нижняя юра

Переясловская свита (J_{pr}) впервые выделена А. В. Аксариным и Н. С. Сахановой в 1956 г. в эталонном разрезе Иршинско-Бородинского месторождения. Максимально развита свита в центральной части впадин в Тушамской и Карабульской фациальных зонах.

В Карабульской впадине разрез переясловской свиты в большей степени составляют сероцветные алевролиты, аргиллиты, меньше – песчаники, в виде прослоев – угли, углистые разности алевролитов и аргиллитов, бурые железняки, приуроченные к верхней части разреза, известняки. Фациальная изменчивость свиты проявляется в увеличении в составе доли песчаных пород по направлению на север. На правобережье Карабулы в разрезах переясловской свиты по скважинам содержание песчаников составляет до 20 % , алевролитов и аргиллитов – около 75 %. Общая мощность по разрезу 64,0 м.

Палеоген

Мурожнинская свита (P_{1-2mr}) выделена К. В. Боголеповым в 1957 г. Представлена переотложенными продуктами кор выветривания, приуроченными к карстовым воронкам, карманам, углублениям т. н. «польего типа». Свита сформировалась за счет размыва коры выветривания различных пород фундамента с образованием бокситоносных горизонтов. В составе пестроцветные, щебнистые, сухаристые глины, линзы бокситов, пласты бурых углей, глинистых песков. Мощность – до 150 м.

Неоплейстоцен. Нижнее звено

Аллювий VI надпойменной террасы (a^6Q_I) развиты на лево- и правобережье р. Ангара в районе Тургеневского расширения, близ устья рек Огородная, Гороховая и с. Косой Бык. Одновозрастные отложения также прослеживаются в междуречье Бол. Пеленда–Каменная и близ с. Косой Бык (по р. Ангара), а также по р. Кова у с. Прокопьево.

Мощность 12,0–14,0 м. В составе отложений пески мелкозернистые олигомиктовые (с преобладанием кварца) и суглинки желтовато-серые с мелкой хорошо окатанной галькой кремнистых пород (1–5 м). Литологические особенности состава отложений по р. Ангара проявляются в преобладании песков и галечников.

Среднее звено

Аллювий V и IV надпойменных террас нерасчлененных ($a^{4-5}Q_{II}$) фрагментарно откартирован в долинах рек Бирюса, Пойма, в Северном Приангарье. Имеющиеся данные по отдельным районам не позволяют расчленить рассмотренные отложения на самостоятельные террасы в масштабе карты.

Аллювий IV надпойменной террасы (a^4Q_{II}) развиты вдоль русел Бирюсы, Поймы Ангара и других рек. Широко распространен аллювий IV террасы в южной части рассматриваемой площади и представлен осадками аллювиально-озерных равнин: галечниками, валунниками, песками, супесями, суглинками и глинами. В составе отложений серо-желтые среднезернистые, полимиктовые пески, часто с галькой и гравием силицитовых пород, а также жирными и песчанистыми озерными глинами. Мощность 12,3 м.

Отложения верхнего звена неоплейстоцена–голоцена нерасчлененные

Аллювиальные отложения I надпойменной террасы (a^1Q_{III-H}) развиты повсеместно вдоль русел рек Бирюса, Пойма, Ангара и др. Терраса аккумулятивная, в составе аллювия гравийники и галечники (галька песчаников, алевролитов, долеритов, кремня, кварца, заполнитель из кварцевого песка), пески, пески с галечником, супеси, суглинки, глины. Ее высота на Ангаре – 8–10 м. Мощность отложений варьирует от 5 до 13 м.

Неоплейстоценовые–голоценовые отложения нерасчлененные (aQ_{III-H}) объединяют аллювий поймы и I надпойменной террасы. Верхнечетвертичные – современные отложения нерасчлененные включают аллювиальные, элювиально-делювиальные, озерно-болотные отложения. Прослеживаются по всей площади листа и наблюдаются как в долинах, так и на водоразделах рек. Отложения распространены в долинах Ниж. и Верх. Тери, Карабулы и их притоков, а также вдоль русла р. Ангара.

В литологическом разрезе аллювиальных отложений присутствуют в основании галечники с галькой из подстилающих коренных пород, перекрывающиеся песками и глинами. Иногда наблюдаются линзы черного торфа с прослоями глин. Мощность – до 15 м.

Голоцен

Голоценовые отложения (aQ_H) широко распространены на площади и представлены аллювиальными, различными типами склоновых образований и озерно-болотных отложений. Аллювиальные отложения, приуроченные к долинам рек Бирюса, Пойма, Ангара, Чуна и др., слагают низкие и высокие поймы и русла рек.

Пойменные террасы достигают высоты 6–9 м. Представлены двумя типами фаций: пойменной и русловой. В составе пойменной фации пески, супеси, суглинки, русловой фации – песчано-гравийно-галечные образования. Вблизи развития трапповых тел в составе фаций присутствуют валуны, глыбы и гальки долеритов. Мощность до 5 м [2].

2.3.2 Магматизм

Раннетриасовые интрузии

Катангский комплекс габбро-долеритовый ($\beta-v\beta T_{ikt}$) выделен в 1962 г. М. Л. Лурье и др. по р. Катанга (бассейн р. Подкаменная Тунгуска) к востоку от изучаемой территории. Интрузии комплекса распространяются равномерно с юго-запада на северо-восток исследуемой территории (зона Ангарских складок). Распространение траппов в значительной степени контролируется глубинными долгоживущими зонами разломов, проявленными в фундаменте платформы (Сользаводский Чадобецкий, Нижнеангарский, Ковино-Вихоревский, и Ангаро-Вилюйский разломы).

Для интрузий комплекса характерна слабая дифференциация, масштабы проявления которой в значительной степени определяются с одной стороны - мощностью интрузивной залежи, а с другой - глубиной ее формирования (чем больше глубина становления интрузии, тем более выражены процессы дифференциации). В целом породы комплекса образуют последовательный ряд дифференциации: троктолитовый долерит - оливинсодержащий долерит - лейкократовый долерит и габбродолерит-пегматоидные габбро и габбродолериты (нередко с кварцем и гранофиром).

Недифференцированные интрузии сложены долеритами, редко оливиновыми долеритами и троктолитовыми долеритами. Слабодифференцированные интрузии сложены долеритами и оливинсодержащими долеритами. Кроме того, в нижних и средних горизонтах таких интрузий среди оливинсодержащих долеритов иногда наблюдаются шпиры троктолитовых долеритов. А для верхних частей разреза

слабодифференцированных интрузий характерны шпирь гранофировых, кварцевых габбродолеритов, иногда габбро-пегматитов. Мелкие тела сложены долерит-порфиритами и микродолеритами. Вблизи контактов обычно наблюдается маломощная зона тонкокристаллических, участками содержащих стекло микродолеритов. Мощность зон закалки, как правило, не превышает 0,5 м.

По морфологии среди интрузивных тел выделяются как пластовые - силлы (нередко имеющие сложное, многоярусное строение), так и секущие тела неправильной формы и дайки. Траппы на уровне современного эрозионного среза в плане имеют неправильные, сильно изрезанные очертания, которые обусловлены как первоначальной формой интрузий, так и последующими эрозионными процессами. Мощность пластовых тел варьирует в широких пределах от 10 до 250 м, но обычно не превышает 40-50 м. При этом площадь силлов измеряется сотнями и даже тысячами квадратных километров, а их общий объем исчисляется многими сотнями тысяч кубических километров. Кровля пластовых интрузий часто неровная, волнистая, поэтому мощность отдельных силлов может значительно изменяться по простиранию.

Мощность даек от 10-20 до 50 м, протяженность 1-10 км. Простирание обычно северо-восточное (60-70°), реже - северо-западное или субширотное, падение чаще всего очень крутое, до вертикального.

Интрузии комплекса залегают среди разновозрастных палеозойских отложений (кембрия, ордовика, карбона, перми) и реже триаса. Причем, как отмечено ранее, многие пластовые трапповые тела имеют многоярусное строение, образуя единый, местами перекрытый или разделенный осадочными образованиями многоэтажный каркас изверженных пород.

Для интрузий комплекса характерны четкие, резкие либо прямолинейные, либо извилистые контакты с вмещающими породами. В силлах контакты чаще всего ориентированы согласно со слоистостью вмещающих пород и секут ее под небольшими углами. Секущие интрузии неправильной формы обычно характеризуются неровными и извилистыми контактами. Нередко в эндоконтактных зонах наблюдаются ксенолиты карбонатных и терригенных пород различной формы, размерами от 0,15 до 3 м. Контактные изменения в связи с траппами комплекса обычно незначительны и выражаются в ороговикании аргиллитов и алевролитов (по породам катской свиты образуются тонкозернистые темные, почти черные пироксен-плагиоклазовые роговики), в уплотнении и осветлении вмещающих песчаников и туфов, слабой мраморизации известняков. Иногда локально проявляется также образование бухитов по песчаникам (наблюдается частичное оплавление обломочных зерен кварца и остекловывание цемента),

а также скарнирование, выражающееся в образовании над апикальными частями некоторых интрузий гранат-кальцитовых скарнов.

Интрузивные тела траппов и дайки нередко бронируют водоразделы и выражены в рельефе в виде столовых гор, сопок или протяженных гряд. Дайки, как правило, выделяются в рельефе в виде линейных гряд и гребней высотой от 1-2 до 10 м и протяженностью от нескольких десятков до 300-500 м. Для долеритов характерны столбчатая и параллелипипедальная и формы отдельности - призмы («столбы») долеритов длиной в несколько метров имеют шестиугольное, пятиугольное, либо трапецевидное сечение. Реже наблюдается глыбовая и шаровая отдельность.

Наиболее распространенными породами комплекса являются долериты, а также оливинсодержащие долериты и габбродолериты. Состав: плагиоклаз (лабрадор и битовнит $АП_{50-80}$) - 40-55 % (полисинтетически сдвойникован, часто зонален, иногда образует пойкилитовые вроски в пироксенах); пироксен (по составу отвечает пижонит-авгиту) - 30-40 % (иногда в виде пойкилокрystalлов размерами до 3-4 мм); оливин (гортонолит) - 0-10 % (субидиоморфные зерна, расположенные между пойкилокрystalлами пироксена, либо включенные в них рудные (ильменит, магнетит) - 5-10 %, иногда в виде редких чешуек в промежутках между кристаллами основных породообразующих минералов отмечается биотит; акцессорные минералы представлены апатитом; вторичные - серпентин, иддингсит, боулингит, тальк, карбонаты, развивающиеся по оливину.

Все породы комплекса близки между собой по химическому составу. Содержание кремнекислоты в них варьирует от 45,7 до 52,9 %. Породы бедны щелочами - суммарное содержание Na_2O и K_2O в неизменных долеритах, как правило, не превышает 3 %, при значительном преобладании натрия над калием ($Na_2O/K_2O = 1,5-4,5$). В результате альбитизации суммарное количество щелочей может возрасти до 4,5-5 %, а отношение Na_2O/K_2O достигать 8-9. Содержание TiO_2 варьирует в достаточно широких пределах - от 1,12 до 3,15 % (преобладают породы с содержанием TiO_2 менее 2 %), при этом не удалось выявить четкой зависимости содержаний данного компонента от содержаний кремнекислоты. По результатам изучения керн скважин установлено, что вверх по разрезу интрузий несколько увеличивается содержание кремнекислоты и уменьшается содержание оксида магния. В том же направлении увеличивается железистость фемических минералов и уменьшается основность плагиоклаза (от битовнита до андезин-лабрадора).

Возраст комплекса по геологическим данным определяется как раннетриасовый на основании прорыва интрузиями туфогенных образований тутончанской и учамской свит, а также несогласного налегания на коры выветривания по траппам флористически

охарактеризованных отложений нижней юры [2].

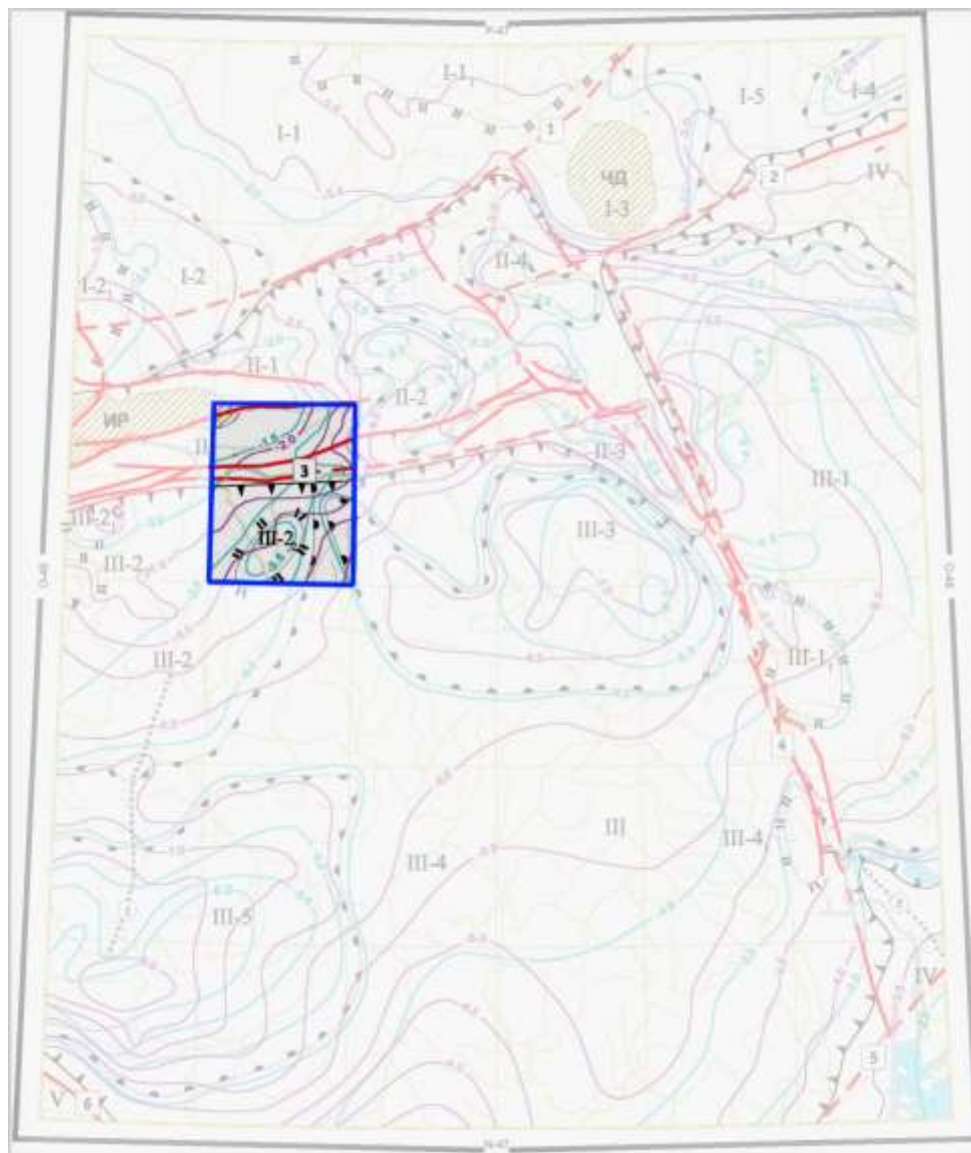
2.3.3 Тектоника

Исследуемая территория локализуется в юго-западной части Сибирской платформы. Тектоническое строение территории обуславливается наличием таких структур, как Мурский прогиб, зона Ангарских складок и Иркинеевский выступ. Н.С. Зайцев и Н.С. Шатский относят перечисленные выше структуры к платформенным образованиям и границу фундамента платформы проводят по подошве тасеевской серии.

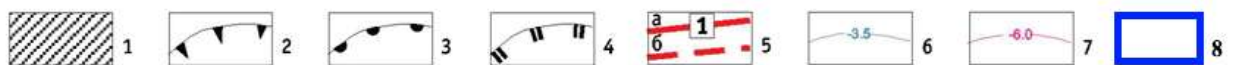
Строение района характеризуется наличием двух структурных этажей: нижний этаж, сложенный интенсивно дислоцированными верхнепротерозойскими породами фундамента платформы (исключая тасеевскую серию); верхний этаж, представленный позднедокембрийскими, палеозойскими и мезозойско-кайнозойскими отложениями платформенного чехла.

В составе верхнего этана выделяется пять структурных ярусов, разделенных стратиграфическими перерывами и незначительными угловыми несогласиями: позднедокембрийский, сложенный отложениями тасеевской серии дислоцированными в конце позднего докембрия; нижнепалеозойский - отложения кембрия и нижнего ордовика дислоцированы в докаменноугольное время; верхнепалеозойский - дислокации верхнепермского времени; нижнемезозойский - дислокации верхнетриасового времени; юрско-меловой, отложения этого яруса недислоцированные или слабодислоцированные.

Выделенные структурные этажи характеризуются резко различной степенью дислоцированности слагающих их пород и разделены четкими структурным и стратиграфическим несогласиями.



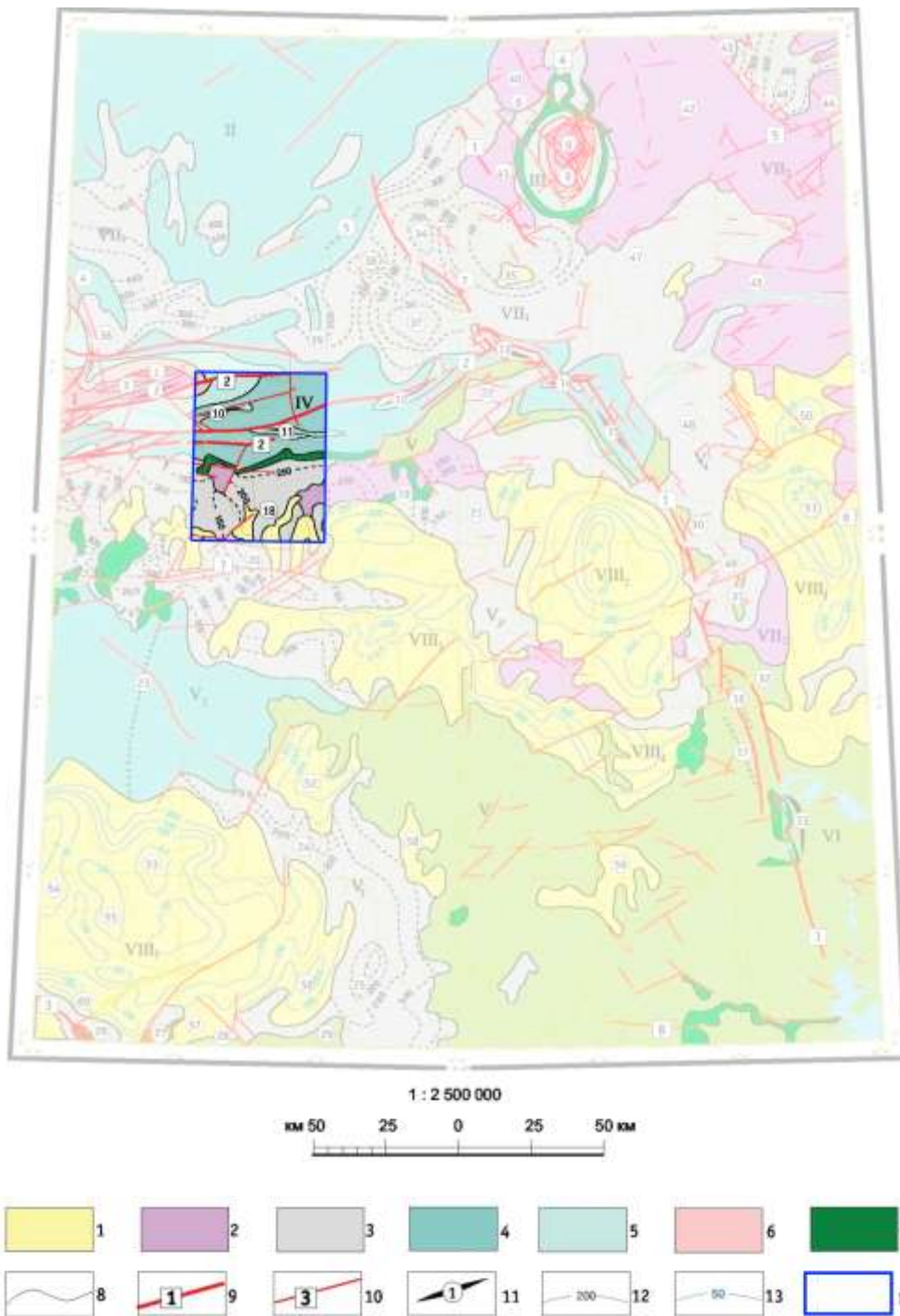
1 : 2 500 000
 км 50 25 0 25 50 км



1 – выходы на поверхность образований рифейского структурного яруса: ИР – Иркинеевский выступ Енисейской складчатой области; 2–4 – контуры пликативных структур: 2 – 1-го порядка, 3 – 2-го порядка, 4 – 3-го и более высоких порядков. 5 – разрывные нарушения достоверные (а), предполагаемые по геолого-геофизическим данным, не выходящие на поверхность (б), 6 – изогипсы (км) кровли венда (сейсмоотражающий горизонт Б), 7 – изогипсы (км) кровли рифея (довендской эрозивной поверхности, отражающий горизонт R₀). 8 – исследуемый район.

Перечень основных структур: II – Ангарская гряда (зона Ангарских складок); III – Присяяно-Енисейская синеклиза: III-2 – Богучано-Манзинский выступ (локальные поднятия: III-2₂ – Карабульское).

Рисунок 2.3.3.1 – Тектоническая схема структур чехла Сибирской платформы по кровле венда [2]



1–6 – Структурные ярусы (СЯ): 1 – среднемезозойский; 2–3 – верхнепалеозойско-нижнемезозойский: 2 – нижнемезозойский структурный подъярус (СПЯ), 3 – верхнепалеозойский СПЯ; 4–5 – вендско-среднепалеозойский: 4 – среднекембрийско-среднеордовикский СПЯ, 5 – верхневендско-нижне-среднекембрийский СПЯ; 6 – вендский СПЯ; 7 – крупные секущие интрузии базальт-долеритовой формации; 8 – генерализованные границы СЯ и СПЯ; 9–10 – разрывные нарушения: 9 – долгоживущие глубинные (главные), 10 – региональные и прочие (второстепенные); 11 – оси антиклиналей; 12–13 – стратоизогипсы по подошве структурных ярусов (в метрах): 12 – верхнепалеозойского, 13 – среднемезозойского, 14 – исследуемая территория.

Основные тектонические структуры. А. Пикативные структуры (номера локальных структур показаны в кружках): 1 – Иркинеевский выступ Енисейской складчатой области (складчатое обрамление Сибирской платформы); IV – зона Ангарских складок – линейные антиклинали: 10 – Мунтульская, 11 – Имбинская; III – Присяжно-Енисейская синеклиза – III₁ – Чуно-Мурский прогиб – поднятия: 18 – Карабульское.

Рисунок 2.3.3.2 – Тектоническая схема [2]

Структуры фундамента

Верхнепротерозойские отложения нижнего структурного этажа смяты в узкие, иногда изоклинные складки восток-северо-восточного простирания. Одна из таких складок, Шуронская антиклиналь, наблюдается в северо-западной части района. В ядре её обнажаются алеврито-глинистые породы удерейской свиты, а крылья сложены породами тасеевской серии, кембрия и нижнего ордовика. Ниже приводится описание лишь юго-восточного крыла антиклинали, расположенного в пределах описываемой площади. Падение в слоях этих пород меняется от 20-30° в центральной части структуры до 10-15° в её краевых частях. Непосредственно вдоль долины р. Ангары структура осложнена рядом линейных антиклиналей и синклиналей, возникших на участке сочленения её с зоной Ангарских складок. Внешняя граница Иркинеевского выступа проводится по кровле нижнеордовикских отложений, выходы которых по левому склону долины р. Ангары (на участке между пос. Ярки и Овсянкиной шиверы) великолепно подчеркивают его общее строение.

Зона Ангарских складок представляет собой полосу структур субширотного простирания и пространственно почти совпадает с долиной р. Ангары. Непосредственно в районе расположена лишь западная часть этой зоны. Здесь наблюдается сочленение её со структурой Иркинеевского выступа. На рассматриваемой территории в пределах зоны выделяется ряд линейных складок: Имбинская, Мунтульская и Пинчугская антиклинали, Ельчиминская и Паиутинская синклинали. Эти складки, осложняя юго-восточное крыло Иркинеевского выступа, в целом подчиняются его общему строению и составляют с ним единую структуру.

Имбинская антиклиналь расположена в низовьях р. Нижней и в бассейне р. Шептаны. Восточная переклираль этой структуры расположена за пределами описываемой площади. *Мунтульская антиклиналь* прослеживается в северо-восточном направлении вдоль правого склона р. Ельчимо (среднее течение). *Пинчугская антиклиналь* расположена в западной части территории листа в междуречье Ангары и Ельчимо и представлена лишь своим восточным пераклиральным окончанием. Строение всех этих антиклинален сходное. В ядрах их вскрываются породы агалевской свиты нижнего кембрия, крылья сложены отложениями эвенкийской и усть-кутской свит. Углы падения крыльев меняются от 5-10° до 15-20°.

Паиутинская синклиналь заходит на территорию листа лишь своим западным окончанием. Расположена она в верховьях р. Кичульды. Ядро складки сложено ийской, а крылья усть-кутской свитами. Углы падения крыльев 2-4°. *Ельчиминская синклиналь* отделяет центральную часть периклиального замыкания Иркинеевского выступа от

Мунтульской и Пинчугской антиклиналей и прослеживается сначала вдоль долины р. Ельчибы (низовья), а затем по руч. Мунтулю. Центральная часть синклинали сложена породами эвенкийской, а крылья - агалевской свит. Углы падения крыльев 5-15°.

Мурский прогиб в пределах района представлен северным бортом. Граница его расположена южнее р. Ангары, к югу от зоны Ангарских складок. В строении северного борта Мурского прогиба участвуют слабодислоцированные породы нижнего и верхнего палеозоя, а также мезозойско-кайнозойские слабодислоцированные и недислоцированные отложения. Наиболее сильная дислоцированность этих пород наблюдается непосредственно в зоне сочленения Мурского прогиба и Ангарских складок, где наклон слоев достигает 10-15°. Северный борт Мурского прогиба осложнен Карабульским поднятием, Карабульской и Шавидо-Имбинской впадинами.

Карабульское поднятие расположено в южной части района и охватывает площадь междуречья Карабулы - Кежмы и Чельчета. В ядре структуры выходят слабодислоцированные породы нижнего ордовика, крылья сложены отложениями перми и карбона. Углы наклона крыльев меняются от долей градуса до 2-5°. Граница поднятия условно приводится по кровле катской свиты. Эта структура несколько вытянута в субширотном направлении, её размеры 17х30 км. Западное крыло поднятия осложнено рядом сбросов с амплитудой 50-100 м.

Карабульская впадина охватывает площадь низовьев р. Карабулы, бассейнов рек Кежмы, Моткалея и Бол. Мельничной, имеет субширотное простирание и разделяет Карабульское поднятие и структуру Иркинеевского выступа. Значительная часть впадины находится за пределами площади района. Ширина её меняется от 30-35 км на востоке и западе до 25 км в центральной части. Углы наклона пород на северном борту 5-15°, южном - менее 2°. Впадина выполнена каменноугольными пермскими и мезокайнозойскими отложениями. К краевым частям структуры наблюдается уменьшение в 1,5-2 раза мощности этих отложений (из-за размыва).

Шавидо-Имбинская впадина входит в пределы района лишь своим северо-западным окончанием и охватывает площадь бассейна р. Андуихи. Выполнена она пермскими и юрскими отложениями, имеющими пологий наклон на юго-восток [2].

Разрывные нарушения

Разрывные нарушения на территории исследуемого района выделяются в две крупные группы: а) глубинные - фундамента платформы и связанные с ними нарушения в осадочном чехле; б) разломы северного борта Мурского прогиба.

В составе первой группы выделяются долгоживущие разломы глубокого заложения

- Ангарские разломы, начало развития которых относится к позднему докембрию. Эти разломы имеют субширотное простирание и примерно совпадают с долиной реки Ангары. Предполагается взбросовый характер их с амплитудой смещения в 2-3 км южного борта. В платформенном чехле они выражены серией мелких субширотных нарушений сбросового характера, амплитуда которых не превышает 100-200 м. Серия мелких докембрийских сбросов нарушает верхне-протерозойские отложения в долине р. Иркинской. Амплитуда сбросов составляет десятки и первые сотни метров. Ряд мелких сбросов нарушает отложения тасеевской серии и нижнего палеозоя. Амплитуда у них достигает 400 м.

В составе второй группы выделяются разломы донинетриасового возраста (верхнепермская эпоха), предшествовавшие трапповому магмагизму, и мезозойские нарушения. С первыми связаны многочисленные субширотные секущие дайки долеритов в низовьях р. Карабулы, предполагается наличие ряда разломов вдоль рек Карабулы и Андуйхи, контролирующих широко развитые здесь секущие интрузии траппов. Крупный субмеридиональный разлом выделяется в восточной части района (не линии долин рек Чельчета и Бол. Мельничной - Чельчотский разлом) по резкому градиенту в магнитном поле. Расположенные восточнее этого разлома многочисленные магнитные аномалии вызваны, вероятно, контролируемыми им телами долеритов.

Мезозойские (обычно послеюрские) разрывные нарушения в районе преобладают. Это разломы сбросового типа с амплитудами смещения от первых десятков до 200-300 м. Они секут интрузии долеритов, чётко ограничивают блоки с выходами туфогенных пород, смещают юрские отложения.

Описанные разрывные нарушения устанавливаются по геологическим и геофизическим данным, часто отчетливо дешифрируются на аэрофотоснимках, в ряде случаев они вскрыты скважинами.

Иркинскому выступу соответствует спокойное положительное магнитное поле и чётко выраженная положительная гравитационная аномалия. Две крупных положительных гравитационных аномалии - Бичилейская и Имбинская, отчетливо выделяются также на площади периклинального замыкания этой структуры. Бичилейская аномалия расположена в среднем течении одноименной реки, Имбинская - в междуречье Талой и Ельчимо. В геологическом строении района эти аномалии не отражаются. Предполагается, что они обусловлены близостью к поверхности метаморфических протерозойских пород, в частности, для Бичилейского поднятия глубина залегания кровли этих пород не превышает 1100 м. Геологи склонны связывать эти аномалии с блоковыми структурами в фундаменте платформы.

Резко выраженная субширотная отрицательная гравитационная аномалия (78 мгл) соответствует Мурскому прогибу. По расчетам И.Т. Чабана и др. для компенсации этой аномалии необходима толща палеозойских и мезозойско-кайнозойских отложений мощностью 5 тыс.м. По этим же данным зона сочленения Мурского прогиба со структурой Иркинеевского выступа характеризуется весьма крутым наклоном осадочных толщ с примерным градиентом в 1000 м на 10 км. Такой градиент вряд ли можно объяснить простым прогибанием. Здесь, очевидно, имеет место смещение блоков по крупным разломам глубокого заложения. Отчетливые гравитационные аномалии отражают также структуры Карабульского поднятия и впадин, осложняющих Мурский прогиб.

Большая часть территории листа характеризуется сложным знакопеременным магнитным полем, вызванным многочисленными интрузиями траппов.

Заложение основных структур в районе (Иркинеевского выступа и Мурского прогиба) относится, вероятно, к позднему докембрию и связано с крупными расколами в фундаменте платформы (имеются ввиду Ангарские разломы), по которым произошло резкое погружение южного крыла и поднятие зоны, расположенной севернее. Это предопределило осадконакопление и привело к отложению мощной толщи докембрийских и нижнепалеозойских отложений в южной части района и значительному сокращению их мощности на севере, на площади заложившейся Иркинеевской антиклинальной структуры. К концу нижнего палеозоя вся площадь испытала общее поднятие, прогибание южной части территории листа к этому времени прекратилось. Это подтверждается близкими мощностями нижнеордовикских отложений на Иркинеевском выступе и Чуно-Бирюсинском поднятии.

Существование Мурского прогиба отчетливо фиксируется в верхнем палеозое по резкому увеличению мощности угленосных отложений карбона и перми в направлении от его краевых частей к центру. В частности, в рассматриваемом районе мощность катской свиты возрастает с 58 м (северный Борт прогиба) до 120 м (центральная часть прогиба, заимка Гавриловская). Примерно в 2-3 раза в этом же направлении возрастает мощность пермских отложений.

В верхнепермскую эпоху вся область испытала общее поднятие, которое привело к размыву значительной части разреза верхнепалеозойских отложений. Вероятно, к этому же времени приурочено заложение Карабульского поднятия, Карабулинской и Шавидо-Имбинской впадин, связанных с блоковыми подвижками в фундаменте платформы. Возникшие при этом разломы послужили подводными каналами для внедрения основной магмы. Развитие этих структур прекратилось уже в нижнеюрскую эпоху, на что указывает

покровный характер и выдержанная для всей площади мощность переясловской свиты. Мурский прогиб в это время еще был выражен и мощность нижнеюрских отложений в его центральной части несколько выше, чем по периферии. Структура Иркинеевского выступа продолжала развиваться в верхнем палеозое и в мезозое, что подтверждается заметным сокращением в направлении к ней мощности отложений этого возраста.

Зона Ангарских складок связана с развитием Ангарских разломов и, по-видимому, сформировалась лишь в верхнем палеозое, когда началось общее поднятие вдоль этих разломов. Данное предположение подтверждается тем, что Ангарские складки деформируют юго-восточное крыло Иркинеевского выступа, сложенное породами нижнего ордовика, а также сокращением мощности верхнепалеозойских отложений в направлении к этой структуре.

Верхнемеловая эпоха характеризовалась спокойным тектоническим режимом и климатическими условиями, благоприятными для интенсивного корообразования. Переотложение кор выветривания в ряде случаев приводило к накоплению мощной толщи рыхлых бокситоносных отложений, выполнявших различного рода впадины среди отложений нижнего палеозоя.

Развитие Иркинеевского выступа, зоны Ангарских складок продолжается и в настоящее время. Они отчетливо выражены в рельефе как неотектонические поднятия [2].

2.3.4 Неотектоника

На исследуемой территории расположен Ангаро-Вилуйский наложенный прогиб с широко распространенными отложениями юрского времени. На общем фоне регионального прогиба выявлен целый ряд довольно крупных впадин, мульд и других тектонических структур, выполненных относительно молодыми, в том числе юрскими отложениями мощностью до нескольких сот метров. Но с конца юры региональный прогиб испытывает поднятие, в результате все морфоструктуры приобрели признаки положительных. Отсутствие меловых образований на территории и наличие большого количества мелких участков отложений кайнозоя свидетельствуют о длительном пенеплене.

Наибольшее распространение имеет выровненная поверхность с отметками 250–350 м, являющаяся аккумулятивно-эрозионной – на левобережье Ангары на образованиях юры, а на правобережье – на отложениях перми и триаса.

Верхне-Мурская структура находится в центральной части исследуемой территории. С поверхности она сложена породами нижней юры, а в долинах рек обнажаются отложения нижнего триаса, нижней перми и карбона, частично силура. Все

они (кроме образований юры) прорываются интрузивными траппами, довольно существенно отличающимися по крепости и способности к выветриванию.

Подошва осадков юры в пределах морфоструктуры всего лишь на 50 м находится выше подошвы аналогичных образований в Канской впадине, что может (но не обязательно) указывать на относительный рост Верхне-Мурской структуры на 50 м с начала юрского осадконакопления.

Датско-эоценовая поверхность выравнивания на Верхне-Мурской и Канской морфоструктурах находится на одних высотах – 300–350 м. Но на Верхне-Мурской в отличие от Канской сохранилось всего лишь малое количество фрагментов поверхности несмотря на то, что обнажаются одинаковые по возрасту и крепости породы. Вероятно, это связано с близостью такого базиса эрозии как р. Ангара с довольно высокой возможностью эрозионно-денудационного расчленения.

Иркинеево-Кодинская структура протягивается в субширотном направлении вдоль Ангары, по ее правому борту. В ее пределах выявлен всего лишь один небольшой участок территории, сложенный с поверхности породами юры, подошва которой находится на уровне 200–220 м, что на 200 м выше подошвы этих отложений в Канской впадине. Начиная с конца юры, вероятно, тектонические движения прекратились или проявлялись слабый относительный подъем с сохранением фрагментов поверхности выравнивания, которые в описываемой морфоструктуре на 150 м ниже, чем в Канской. В начале олигоцена происходит инверсия тектонических движений: положение территории стабилизируется, а потом начинается погружение с накоплением осадков. Подошва палеоген-неогеновых отложений здесь находится на уровне 140–280 м, и только в максимально опущенном локальном блоке на отметке +60 м. Следовательно, амплитуда неотектонического Иркинеево-Кодинского поднятия на 20–60 м меньше чем Канской структуры. На этих осадках в пределах морфоструктуры формируется вторая (сверху) поверхность выравнивания. Считается, что «олигоцен-миоценовая поверхность выравнивания является незавершенной и приурочена главным образом к долинам крупных рек. Она была выработана в период кратковременной стабилизации Сибирской платформы на завершающих этапах формирования основных черт ее рельефа» [2].

2.4 Гидрогеологические условия

По условиям залегания и характеру водовмещающих пород в пределах исследуемой территории выделяются семь водоносных комплексов.

Водоносный комплекс четвертичных отложений, распространенный в долинах р.

Ангары и её крупных притоков. Пески и галечники являются водовмещающими породами данного комплекса. Изменение глубины залегания зеркала подземных вод варьируется от 1-2 м на низких террасах до 8-20 м на высоких. Мощность водовмещающих пород изменяется от 1 до 10 м. Дебиты скважин составляют 1-5 л/сек. Воды данного комплекса в настоящее время используются населением поселков Соленого и Богучаны. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 0,5 г/л.

Водоносный комплекс триасовых вулканогенно-осадочных образований и траппов характеризуется развитием трещинных вод и зон трещиноватости. Большой обводненностью обладает верхняя трещиноватая зона, глубина которой, по всей видимости, составляет не более 100 м. Дебиты родников изменяются от 0,5 до нескольких литров в секунду. Воды пресные, гидрокарбонатные с минерализацией не более 0,5 г/л.

Водоносный комплекс юрских отложений распространен в южной части территории. Водовмещающими породами являются песчаники.

Анализ геологического разреза допускает вероятность развития нескольких водоносных горизонтов среди данного комплекса. Достоверно установлено наличие напорных и даже самоизливающихся вод на основе данных опытных гидрогеологических работ на Абанском месторождении углей, расположенном юго-западнее района. Дебит скважин при самоизливе достигает нескольких литров в секунду. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,5 г/л.

Водоносный комплекс пермо-карбоновых отложений развит в южной части района и на большей площади его распространения является вторым от поверхности. Водовмещающими породами являются песчаники. Воды данного комплекса вскрыты рядом скважин за пределами исследуемой площади на различных глубинах. Воды напорные, напор вод увеличивается с севера на юг в соответствии с погружением водовмещающих пород данного комплекса под более молодые отложения. Дебиты скважин при самоизливе достигают нескольких литров в секунду. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,5 г/л.

Водоносный комплекс терригенно-карбонатных отложений эвенкийской свиты и нижнего ордовика приурочен к центральной части территории. Для него характерно развитие карстово-трещинных и трещинно-пластовых вод. Расходы родников, локализованных на территории распространения комплекса, достигают 3 л/сек. Формирование сульфатных кальциевых вод, иногда с резким запахом сероводорода обусловлено наличием гипсоносных пород в строении комплекса. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 4,5 г/литр.

Водоносный комплекс карбонатных отложений нижнего кембрия развит в северо-

западной части района и на правом берегу р. Ангары.

Воды здесь преимущественно пластово-карстовые и трещинно-карстовые. Водообильность пород значительная. Расходы родников достигают 10 л/сек. Характерной особенностью вод этого комплекса является высокое содержание хлор-иона, связанного с процессами выщелачивания соленосных фаций. Соленые родники отмечены в районе пос. Соленого, в бассейне рек Ельчимо, Бичилея, Шептамы и на ряде других участков. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 10 г/л.

Водоносный комплекс докембрийских образований локализуется лишь в северо-западной части района. Комплекс имеет незначительную обводненность пород. Это связано с обводнением лишь верхней трещиноватой зоны разреза на глубину до 100 м. Расходы родников 0,1-5 л/сек. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,3 г/л.

На исследуемой территории выделяется три гидрогеологических района.

Первый район включает южную часть территории листа и представляет собой северный склон Канско-Тасеевского артезианского бассейна.

Второй район охватывает восточную часть площади листа и входит в состав Тунгусского артезианского бассейна.

Третий район представляет собой Иркинеавский артезианский склон, являющийся областью питания Тунгусского бассейна. Область питания верхних частей разреза местная; в питании более глубоких горизонтов значительная доля принадлежит удаленной области питания. Основное питание водоносных комплексов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и инфильтрации поверхностных вод. Формирование химического состава вод в верхней части разреза, в зоне интенсивного водообмена, происходит за счет выщелачивания водовмещающих пород. Наибольшее значение для организации водоснабжения имеют водоносные комплексы юрских и пермо-карбоновых отложений.

Гидрогеологический разрез и гидрогеологическая карта представлены на рисунках 2.4.1 и 2.4.2 соответственно. Условные обозначения единые для карты и разреза и представлены на рисунке 2.4.2.

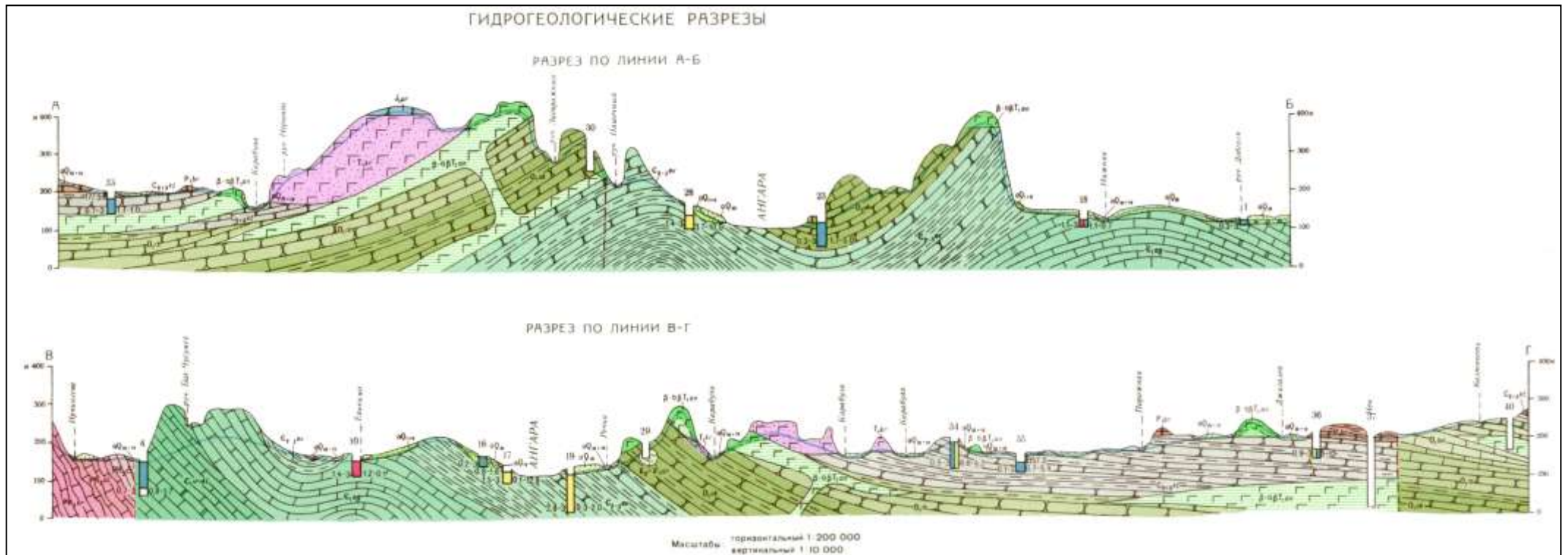


Рисунок 2.4.1 – Гидрогеологические разрезы исследуемой территории [4]

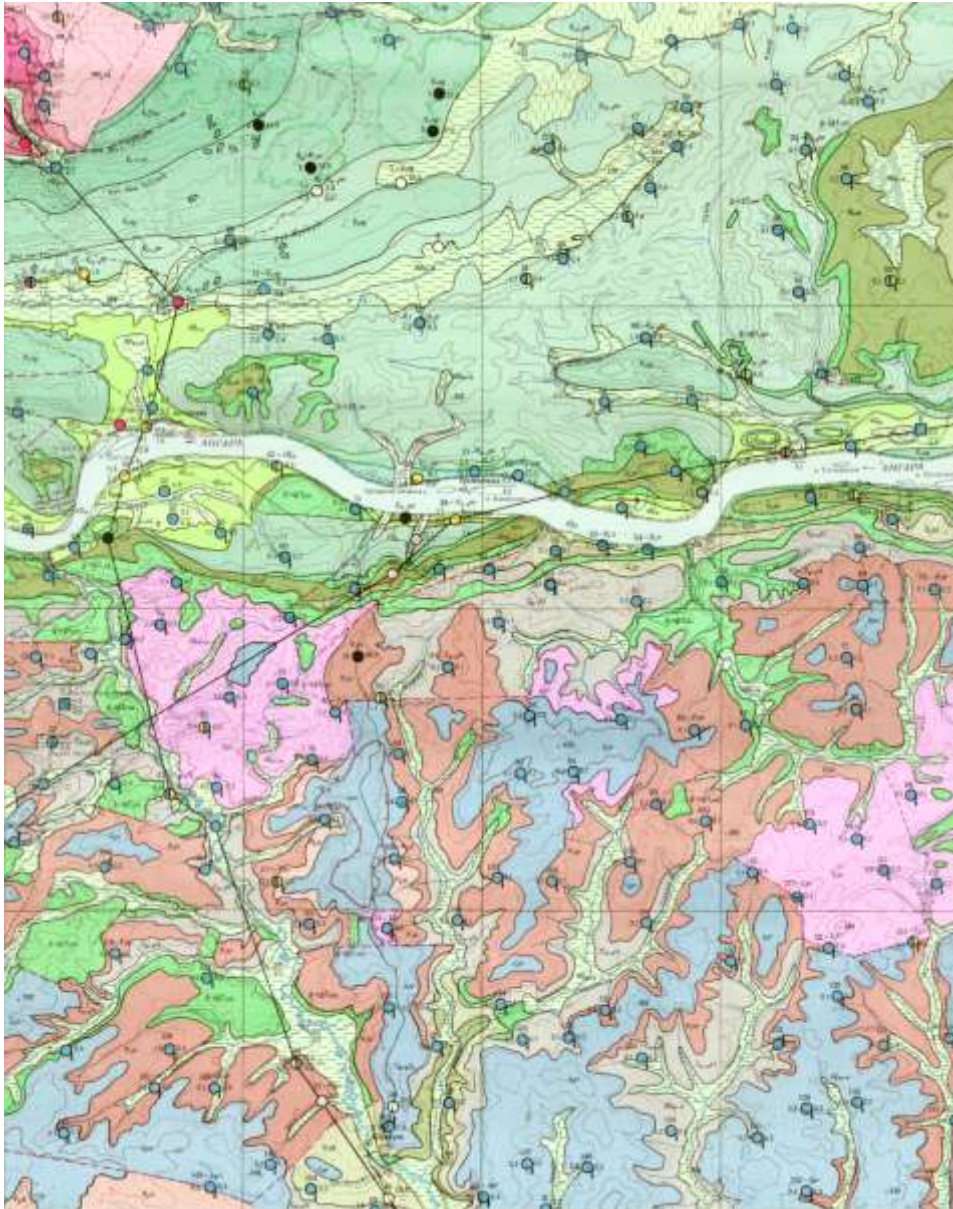
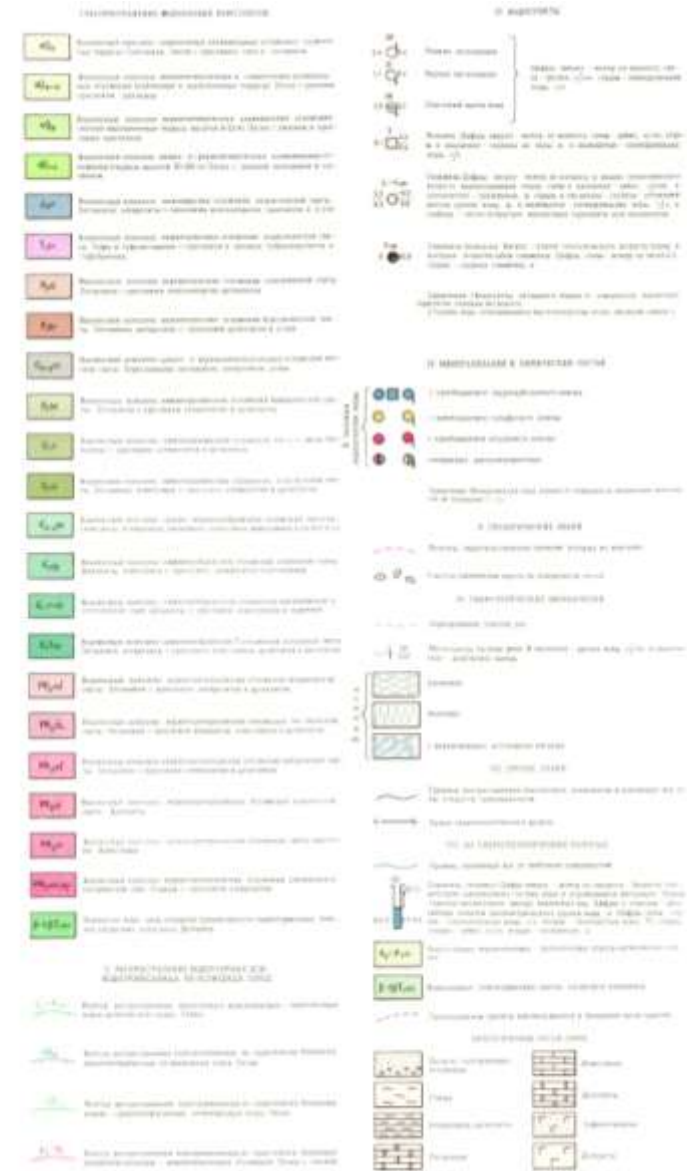


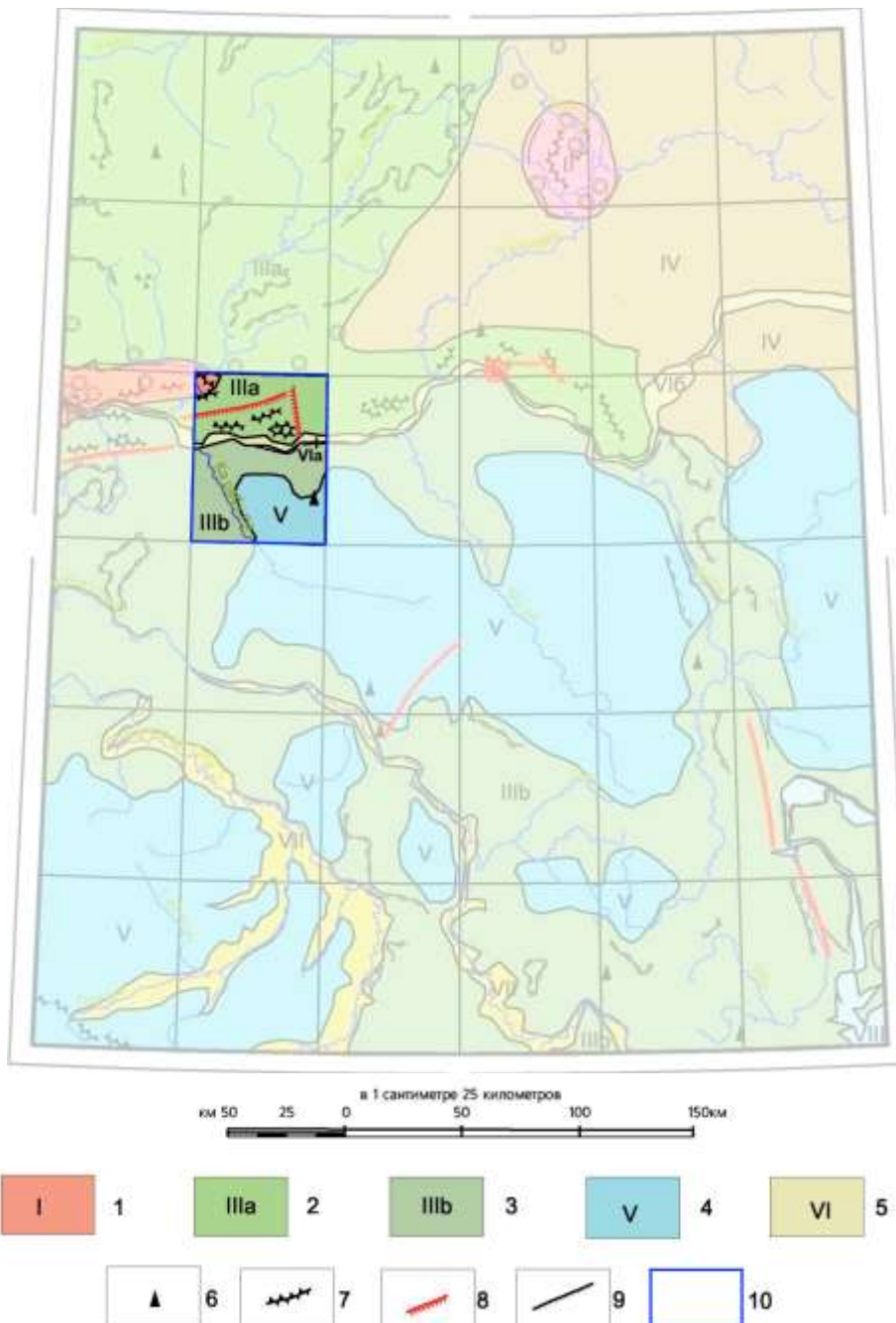
Рисунок 2.4.2 – Гидрогеологическая карта исследуемой территории листа № 0-47- XIV [4]

Условные обозначения



2.5 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления

Проявления различных геологических процессов определяются природными условиями территории (климат, растительность, почвы), ее геологическими и инженерно-геологическими особенностями.



1(I) – Иркинский выступ Енисейского кряжа. Грядовохолмистый рельеф выходов докембрийских пород; структурно-денудационные средне-низкогорные плато: 2(III-a) – Заангарское траптовое плато на отложениях нижнего палеозоя, 3(III-б) – Ангаро-Чульское траптовое плато на отложениях нижнего–среднего палеозоя; 4(V) – аккумулятивные озерно-аллювиальные впадины и мульды Канско-Тасеевской депрессии; долины крупных рек: 5(VIa) – долина р. Ангара ниже створа Богучанской ГЭС; 6 – денудационные останцы; 7 – четко ориентированные валы, гряды, гребневидные водоразделы; 8 – уступы в результате препарировки древних разрывных нарушений, активизированных в новейшее время; 9 – эрозионные уступы; 10 – исследуемая территория.

Рисунок 2.5.1 – Эколого-геологическая схема [2]

По интенсивности развития экзогенных геологических процессов, степени их опасности выделенные ландшафтные районы разделены на три группы:

К высокоопасным районам отнесены: долина р. Ангара выше створа Богучанской ГЭС, Братское и Усть-Илимское водохранилища;

К опасным районам отнесено Ангаро-Чуньское трапповое поле (поля IIIa и IIIб);

К малоопасным районам – аккумулятивные впадины Канско-Тасеевской депрессии (поле V на схеме), долина р. Ангара ниже Богучанской ГЭС (поле VIa).

Создание водоемов вносит значительные изменения в естественные природные условия.

Обводнение глинистых пород красноцветно-терригенных формаций в условиях резкого колебания уровней подземных вод приводит к изменениям механической прочности пород, что, прежде всего, характеризуется показателями уплотненности и дегидратации. В процессе объёмного деформирования коэффициент уплотненности обводненных глинистых пород верхоленской свиты уменьшился более чем в 3 раза, а коэффициент дегидратации – в 2,5 раза. Существенно изменяются и другие физические свойства пород: увеличивается плотность, естественная и относительная влажность, уменьшается объёмная масса, возрастает набухание (4,9 до 10,8 %). Подобная тенденция отмечается и в глинистых породах угленосных формаций.

Обводнение сульфатных и карбонатных пород вызывает интенсивное их выщелачивание с образованием в береговых уступах, сложенных гипсами и ангидритами пещер протяженностью до 12 км. В породах других формаций, обнаженных в приурезовых частях, активизировался процесс физического выветривания, который особенно интенсивен в межсезонье, в связи с частыми колебаниями температур около 0 °С. Периодическое обводнение обнаженных отложений в условиях замерзания и оттаивания ускоряет их разрушение и приводит к формированию в урезе воды зон трещиноватых пород с образованием ниш, нарушающих устойчивость береговых откосов. Более существенны изменения рельефа на междуречных пространствах. Практически полностью затапливаются большинство речных террас, зеркало воды на отдельных значительных участках сопрягается с крутыми склонами, что приводит к их неустойчивости. В местах интенсивной переработки берегов образовалось множество обнажений с практически вертикальными стенками.

Создание водохранилищ с огромными массами воды – в общем виде аккумулятора тепла – приводит к резкому *изменению мерзлотных условий*. Тепловое воздействие водохранилища приводит к интенсивной деградации многолетней мерзлоты. Хотя на

берегах ангарских водохранилищ многолетняя мерзлота не имеет большого распространения, но и здесь отмечаются следы её уничтожения.

Распространение *многолетнемерзлых пород* на площади, относящейся к южной части Южно-Тунгусской геокриологической области, характеризуется прерывистым и островным характером развития, мощностью активного слоя от 0 до 200 м и глубоким (до 2,5 м) сезонным промерзанием. На большей части территории (65% , левобережье р. Ангара) многолетнемерзлые породы отсутствуют либо имеют редкоостровной характер распространения. На 27 % площади (бассейн рек Иркинеева и Чадобец) многолетняя мерзлота имеет островной характер распространения. В северо-восточном углу планшета многолетняя мерзлота распространена прерывисто.

Участки с глубоким зимним охлаждением и слабым летним прогревом расположены на высоких поймах и надпойменных террасах, покрытых сомкнутой растительностью и моховым покровом. Прерывистая мерзлота характерна также для заболоченных участков, поросших угнетенным редколесьем с торфянистыми почвами, и пологих склонов древних долин, сложенных суглинками с включением гравийно-галечного материала.

Мерзлота отсутствует на участках с нарушенным растительным покровом (вырубки, гари, сорванный дерн). Мощность многолетнемерзлых пород в пределах высокой поймы – около 2–3 м, на участках I надпойменной террасы 7–8 м, II террасы 8–12 м. Температура мерзлых пород на глубине 4–5 м 0,1–1 °С. Льдистость мерзлых пород изменяется от 5–10 % (пески, супеси) до 50–60 % (суглинки, торф). С сезонно- и многолетнемерзлыми породами связаны определенные формы рельефа. Это бугры пучения, термокарстовые западины, воронки, озерки.

Термокарст как явление активизируется в тех местах, где был нарушен или уничтожен растительный покров и торфянистый горизонт почв, т. е. на гарях, рубках, дорогах. Поэтому ландшафты зоны островного развития многолетнемерзлых пород не способны противостоять внешним воздействиям. Масштабы изменений зависят от интенсивности антропогенного воздействия.

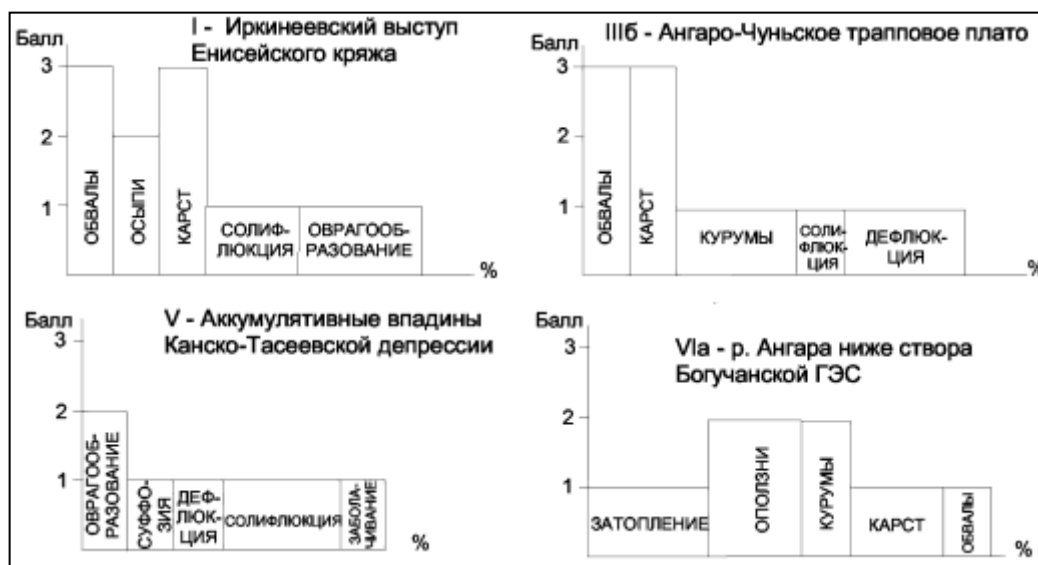
Создание Ангарских водохранилищ активизировало процессы *выветривания*, особенно в обнажениях коренных пород в урезах воды. Наиболее интенсивно здесь развивается морозное выветривание. Формирование трещиноватых зон на урезе воды с образованием ниш выветривания, являющихся в то же время абразионными нишами глубиной 0,3–0,5 м завершается в течение 3–4 лет.

В поле развития сульфатных отложений южной части Приангарья широко проявились *карстовые деформации* – провалы, просадки, рвы, отмечены нарушения

зданий и сооружений, отдельные участки стали непригодны для агропромышленного использования. Свежие воронки и колодцы имеют глубину до 40 м, объёмы отдельных провалов достигают 7000 м³. Активизация процесса носит скачкообразный характер, что определяется уровневым режимом водоёмов. Активность карстовых процессов со времени заполнения водоёмов не затухает, а имеет тенденцию к широкому площадному распространению.

Обвалы и осыпи наблюдаются в основном по р. Ангара и её крупным притокам, особенно ярко выражены проявления обвально-осыпных процессов в поле развития метаморфических и магматических формаций. Обвально-осыпные конусы и отдельные обвалившиеся глыбы наблюдаются у подножий скальных обрывов и являются результатом рассеянного движения обломков. Такие скопления располагаются либо непосредственно у русел крупных рек (Ангара, Чуна, Мура, Бирюса), либо на крутых уступах террас.

В крутых бортах р. Ангара распространены *оползни, осыпи* и *курумы*, образовавшиеся под пластовыми интрузиями долеритов, внедренных в слои осадочных пород. Пластические деформации пород, подстилающие силлы, способствуют откалыванию крупных блоков и сползанию их по склону. В осадочных и вулканогенных толщах палеозоя и докембрия оползни развиваются реже, и обычно при антропогенном воздействии. Оползнеобразованию способствует подрезка оснований и обводнение склонов. Порайонные диаграммы опасных геологических процессов представлены на рисунке 2.5.2.



По оси ординат – степень опасности в баллах: 1 – малоопасные, 2 – опасные, 3 – высокоопасные. По оси абсцисс – коэффициенты пораженности площади (%): < 10 %, 10–25 %, > 25 %.

Рисунок 2.5.2 – Порайонные диаграммы опасных геологических процессов [2]

Рисунок 2.5.2 иллюстрирует, что на площади всех районов развиты:

- а) повсеместно – морозное пучение грунтов, а также вымораживание обломков, глыб, столбов, фундаментов и др.;
- б) на пойменных террасах – затопление (наводнение), подтопление, боковая эрозия, наледи.

Выводы

Район исследования представляет собой холмисто-грядовое густо расчлененное плато с абсолютными отметками от 116 до 528 м. Выделяются типы рельефа: структурно-денудационный, эрозионно-денудационный, денудационно-эрозионный и эрозионно-аккумулятивный, специфические черты которых определяются тектоническим и геологическим строением района, преобладанием того или иного фактора поверхностных процессов рельефообразования и неотектоническими движениями.

Рассматриваемая территория обладает развитой речной сетью. Основной водной артерией исследуемого района является река Ангара. Крупные ее притоки: Карабула, Мура, Тагара, Чадобец и Ельчимо. Развито меандрирование, склоны долин террасированы почти на всем протяжении, имеет развитие процесс заболачивания поймы.

Климат рассматриваемой территории резко континентальный с холодной продолжительной зимой, коротким относительно жарким летом и затяжной дождливой осенью. В любой сезон года возможны резкие изменения погоды, переход от тепла к холоду, резкие колебания температуры воздуха от месяца к месяцу, от суток к суткам и в течение суток.

На изучаемой территории представлены породы возраста: архей, протерозой, кембрий, ордовик, карбон, пермь, триас, юра и четвертичные отложения. Отсутствуют: силурий, девон, мел, палеоген, неоген.

Территория приурочена к юго-западной части Сибирской платформы. Тектоническое строение территории включает в себя такие структуры, как Мурский прогиб, зона Ангарских складок и Иркинеевский выступ. Выделяется два структурных этажа: нижний этаж, сложенный интенсивно дислоцированными верхнепротерозойскими породами фундамента платформы; верхний этаж, представленный позднекембрийскими, палеозойскими и мезозойско-кайнозойскими отложениями платформенного чехла.

По условиям залегания и характеру водовмещающих пород в пределах исследуемой территории выделяются семь водоносных комплексов. Минерализация изменяется от 0,5 до 10 г/литр, по химическому составу встречаются воды: гидрокарбонатные, гидрокарбонатные кальциевые, сульфатные кальциевые. На

исследуемой территории выделяется три гидрогеологических района. Первый район включает южную часть территории и представляет собой северный склон Канско-Тасеевского артезианского бассейна. Второй район охватывает восточную часть площади территории и входит в состав Тунгусского артезианского бассейна. Третий район представляет собой Иркинеавский артезианский склон, являющийся областью питания Тунгусского бассейна.

На территории имеют развитие различные экзогенные процессы и явления. К данным процессам и явлениям относятся: подтопление, карстовые и термокарстовые процессы, процессы выветривания. Также имеет место развитие осыпей, обвалов, оползней; имеют распространение многолетнемерзлые породы.

ГЛАВА 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ БОГУЧАНСКОГО РАЙОНА

3.1 Цели и задачи инженерно-геологического районирования

Целью проведения инженерно-геологического районирования по степени пригодности территории для строительного освоения является получение карты, на которой будут отражены районы:

- 1) с *простыми* инженерно-геологическими условиями, т.е. районы, которые имеют наивысший приоритет для строительного освоения вследствие наименьших экономических затрат;
- 2) со *средними* инженерно-геологическими условиями – районы, для строительного освоения которых уже потребуются дополнительные затраты;
- 3) со *сложными* инженерно-геологическими условиями – районы, для строительного освоения которых будут необходимы значительные экономические затраты.

Основным критерием для создания итоговой карты инженерно-геологического районирования выбрана *степень пригодности территории для строительного освоения*. В нашем случае, данный критерий основан на сложности *инженерно-геологических условий* территории, которые, соответственно, определяют сложность строительства: количество материальных, трудовых и экономических вложений, требуемых для безопасного проведения всех циклов строительного процесса (от планирования до эксплуатации).

Основными задачами являются:

- 1) разработка методики инженерно-геологического районирования по степени пригодности для строительного освоения;
- 2) построение, согласно разработанной методике, карт, характеризующих инженерно-геологические условия факторов, влияющих на степень пригодности территории для строительства;
- 3) построение итоговой карты инженерно-геологического районирования по степени пригодности территории для строительного освоения.

3.2 Методика оценочного инженерно-геологического районирования

Как уже упоминалось в первой главе, в настоящее время не существует официальных методических работ по составлению карт оценочного районирования, к которым по классификации Трофимова В. Т. [5] относится и наша проектируемая карта

инженерно-геологического районирования по степени пригодности для строительного освоения. Поэтому возникает необходимость разработать данную методику в рамках настоящей работы.

Настоящая методика состоит из нескольких этапов. *Первый этап* включает в себя изучение природных условий территории на основании доступного картографического материала, в нашем случае [2, 3, 4], анализ отчетов по проведенным на данной территории инженерно-геологическим изысканиям [1], фондовых материалов и научных работ.

Вторым этапом производится выбор факторов для дальнейшего исследования, которые, имеют наибольшее влияние на параметр, по которому производится итоговое районирование. Важно отметить, что необходимо, чтобы по выбранным факторам имелась исходная информация, позволяющая полностью охарактеризовать данные факторы качественными или количественными характеристиками.

Третьим этапом производится более глубокое изучение выбранных факторов. На данном этапе для выбранных факторов выделяются характеристики, по которым будет производиться анализ и оценка.

На *четвертом этапе* разрабатывается градация оценки и производится сама оценка факторов по выбранным ранее характеристикам. Настоящая методика разработана для проведения районирования на основе балльных оценок, поэтому для каждой выделенной категории необходимо присвоить балл, характеризующий ее. Количество категорий, выделяемых при разработке градации, зависит от целей районирования. Рекомендуется, для удобства, использовать для каждого фактора градацию с одинаковым количеством выделяемых категорий.

Пятый этап включает в себя построение карт районирования для каждого отдельного фактора, на основании разработанных градаций. Наличие данных карт в одном комплекте с итоговой картой районирования позволяет конечному пользователю определять условия по каждому фактору для необходимого участка, или по определенному, наиболее интересующему.

На *шестом этапе* производится «наложение» полученных ранее слоев по каждому фактору, с выделенными категориями, имеющими оценку в виде баллов. В ходе этой операции производится сложение баллов наложенных участков с получением максимума и минимума баллов, что соответствует максимальному и минимальному проявлению характеристики, по которой производится районирование. Полученный интервал классифицируется на категории, на основании которых производится построение итоговой карты районирования.

3.3 Исследование факторов, влияющих на пригодность территории для строительного освоения

При создании карт инженерно-геологического районирования возможен учет и анализ взаимного влияния множества факторов. В своей работе за основу выделения данных факторов использовалась таблица из СП 47.13330.2016 [18] «Категории сложности инженерно-геологических условий». Факторами для анализа были выбраны: условия рельефа, геологические условия, гидрогеологические условия, тектонические условия, геологические и инженерно-геологические процессы и явления.

3.3.1 Условия рельефа

В связи с неполнотой имеющихся данных по рельефу территории, полученных из открытых источников (результаты государственной геологической съемки) возникла необходимость получения новых качественных и количественных данных. Для решения данной задачи в программном комплексе ArcMap была проанализирована цифровая модель рельефа (SRTM) исследуемой территории в системе координат D_WGS_1984 [19]. Потребовалось использовать 2 фрагмента топографической съемки, которые были объединены в единую модель (Рис.3.1.1). Используя классификацию морфолого-морфометрических категорий рельефа А.И. Спиридонова [20], построена карта с градацией по интервалам высотных отметок, а также вычислены доли, занимаемой ими площади в процентах (Рис.3.1.2).

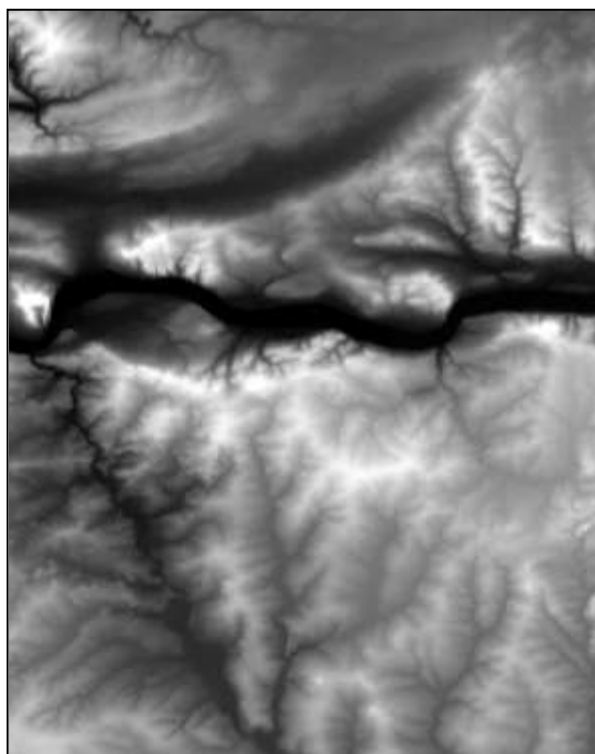


Рисунок 3.1.1.1 – Модель SRTM [13]

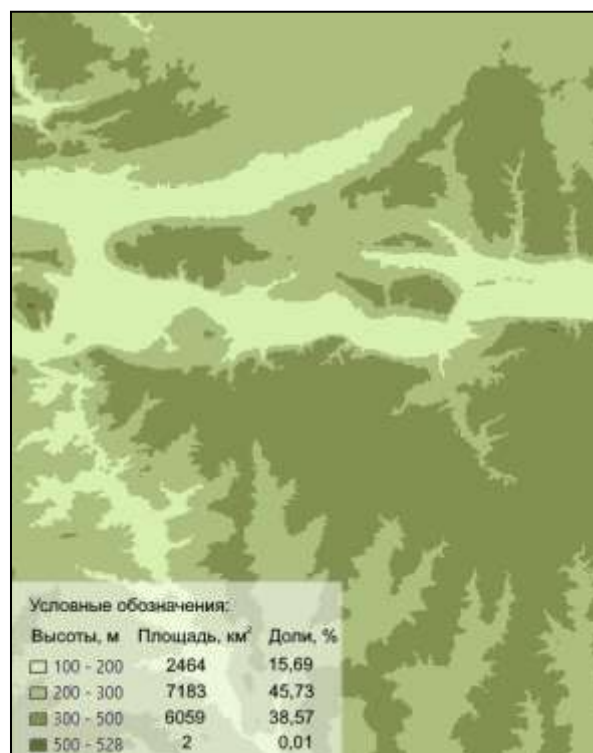


Рисунок 3.3.1.2 – Классифицированная карта по высотным отметкам

Вследствие этого определен перепад абсолютных отметок поверхности, который составляет от 116 м до 528 м. Также выявлено, что большую часть территории (45,73 %) занимают участки с высотными отметками от 200 до 300 м. На втором месте по распространению участки с отметками от 300 до 500 м (38,57%), затем идут участки с отметками от 100 до 200 м (15,69%) и практически не распространены участки с отметками более 500 м (<1%). Рельеф исследуемой территории представляет собой холмисто-грядовое густо расчлененное плато, только в северо-западной части территории рельеф носит черты низкогорья.

Оценка крутизны склонов

Морфометрические характеристики геоморфологических условий позволяют с наибольшей точностью и объективностью представить и охарактеризовать рельеф земной поверхности, что в свою очередь является залогом успешного его научного истолкования.

Среди всех количественных показателей наиболее интересны такие, которые:

- 1) отражают существо рельефообразующих процессов и имеют не только чисто геометрическое, но и морфогенетическое значение;
- 2) дают точную и объективную характеристику рельефа, которая исключает возможность произвольных и субъективных толкований;
- 3) легко определяются и применимы для составления морфометрических карт;
- 4) выражаются по возможности абсолютными величинами, пригодными в равной мере для характеристики как отдельных форм, так и морфологических группировок [21].

Исходя из приведённых выше требований, наибольшего внимания заслуживают показатели расчлененности территории и крутизны земной поверхности.

В своем исследовании мы решили использовать показатель крутизны земной поверхности.

Уклон земной поверхности – один из ключевых параметров, характеризующих сложность инженерно-геологических условий. Наличие больших значений уклонов на территории непременно ведут к экономическим издержкам на всех стадиях проектирования и строительства от инженерных изысканий до эксплуатации готового сооружения, а также может стать поводом отказа от данного варианта. Также наличие уклона является одним из основных компонентов и катализаторов развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.

Крутизна склона оказывает большое влияние на проявление эрозии почв. При большем уклоне больше скорость водного потока и его энергия, тем больше причиняемые им почве разрушения. *Эрозионные процессы* начинаются уже на очень пологих склонах с

уклонами 2 – 3° (есть указания, что солифлюкционное движение материала возможно при уклонах 0,5-1°) [22].

Также, уклон оказывает большое влияние на развитие склоновых процессов в пределах территорий с повышенной сейсмической активностью. Согласно [23], для районов с сейсмической интенсивностью 7 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 16°, нормальных - при углах менее 16°. Для районов с сейсмической интенсивностью 8 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 10,5°, нормальных - при углах менее 10,5°. Для районов с сейсмической интенсивностью 9 баллов склоновые процессы весьма вероятны в худших условиях при углах более 5°, нормальных – для углов менее 5°.

Влагообменные процессы в верхних слоях грунтов, обычно представленные почвенно-растительным слоем, находятся в прямой зависимости от уклона: при его увеличении увеличивается интенсивность поверхностного стока и уменьшается инфильтрация влаги в нижележащие слои почвы.

Помимо влагообменных процессов уклон определяет количество солнечной энергии, получаемой поверхностью и формирует *микrokлимат* верхних слоев грунтов. Следствие этого находит отражение в распространенности и качестве растительного покрова, что характеризует уклон, как фактор, непосредственно влияющий на хозяйственную деятельность человека в областях сельского хозяйства, лесозаготавливающей промышленности и других.

Существует большое число классификационных шкал с различным числом интервалов ранжирования: от классификации Л. Г. Раменского, который предложил градацию с 17-тью интервалами (от 0,5-2° до 60°≥), до упрощенной классификации С.С. Воскресенского с 4-мя интервалами: крутые (уклон >35°), средней крутизны (15-35°), пологие (5-15°), очень пологие (менее 5°) [24].

В рамках исследования необходимо было произвести градацию исследуемого параметра на три категории, что соответствует трем категориям сложности ИГУ выделяемых по СП 47.13330.2016 [18]. Поэтому была принята градация вида: пологие (менее 5°), средней крутизны (от 5 до 15°), крутые (от 15° и более).

Оценка уклонов производилась в программном комплексе ArcGis, с помощью инструмента Уклон (Slope). Используя, как входные данные, цифровую модель рельефа (в нашем случае SRTM 1 Arc-Second Global), инструмент вычисляет максимальную степень изменения в значении z между конкретной ячейкой и соседними с ней ячейками. По сути, максимальная степень изменения в значениях высоты на единицу расстояния между ячейкой и восемью соседними с ней ячейками определяет самый крутой спуск вниз по

склону из ячейки. Выходной растр уклонов может быть вычислен в двух различных единицах измерения, в градусах или в процентах ('процент подъема') [25]. Так как, разработанная нами классификация уклонов в градусах мы выбрали данный формат.

Результатом оценки уклонов на исследуемой территории стала *Карта уклонов* (Приложение Б). На рисунке 3.3.1.3 представлена миниатюра данной карты. По карте можно оценить, что распространение уклонов крутых и средней крутизны в центральной части исследуемой территории, в основном, приурочено к пойме р. Ангара и выходу на поверхность образований рифейского структурного яруса (Иркинеевский выступ Енисейской складчатой области) в северо-западной части территории.

Практика использования результатов дистанционного зондирования в настоящее время очень распространена и является неотъемлемой частью получения разного рода информации. Это связано развитием современных технологий, позволяющих интерпретировать широкий диапазон показателей надлежащего качества, являющихся ценными и достаточными для использования в исследованиях. Также современные технологии позволяют наблюдать за развитием какого-либо фактора в постоянном режиме, что может являться основой для мониторинга процессов и явлений, которые имеют отражение на картах.

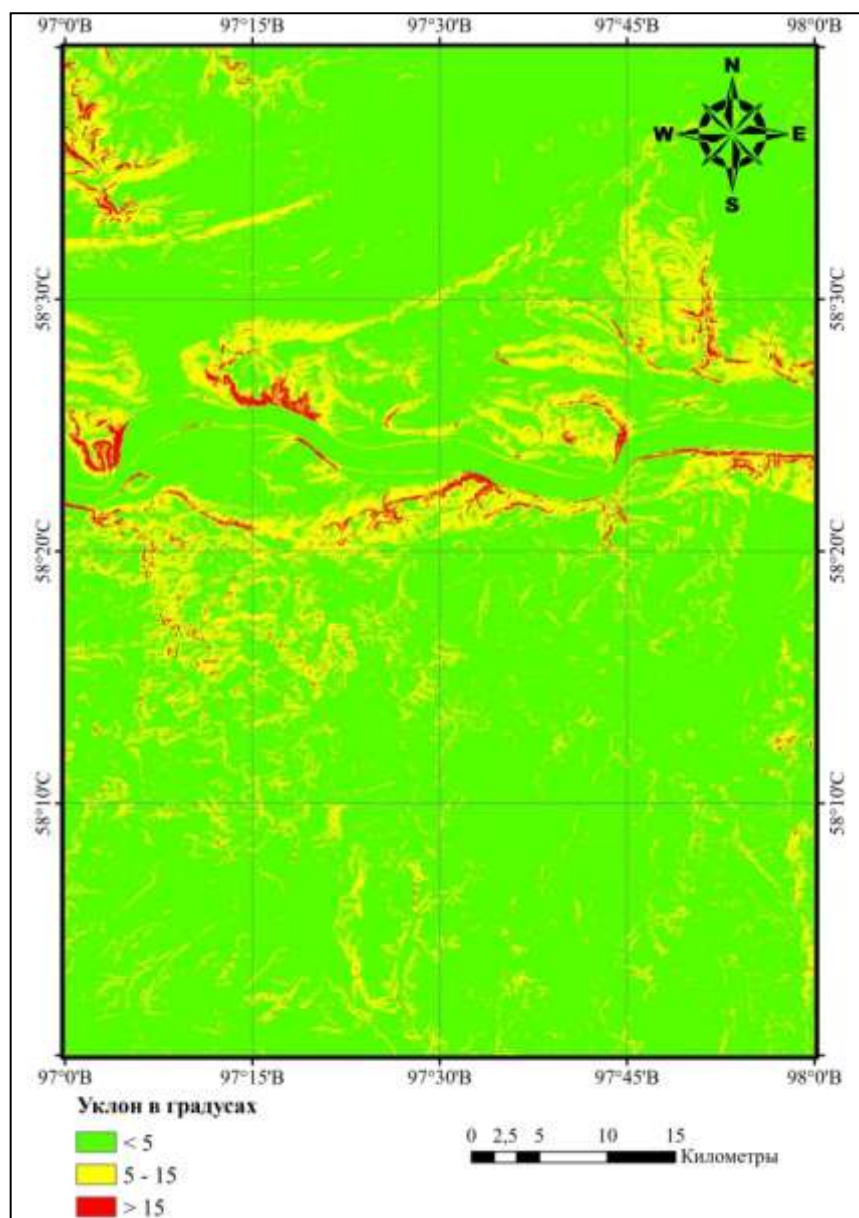


Рисунок 3.3.1.3 – Карта уклонов

3.3.2 Геологические условия

Состав, состояние и свойства горных пород являются одними из важнейших компонентов инженерно-геологических условий. Горные породы с заключенными в них водами и газами (грунты) во многом определяют инженерно-геологическую оценку некоторого объема литосферы с точки зрения его хозяйственного освоения. От того какими грунтами сложена сфера взаимодействия, во многом зависят методика и объемы инженерно-геологических исследований [26].

Так как за основу определения категорий сложности участков исследуемой территории мы приняли приложение Г «Категории сложности инженерно-геологических условий» [18], то первоочередными критериями оценки категории сложности геологических условий рассматриваются критерии, предложенные в данном документе (где а, б, в соответствуют категориям сложности: простая, средняя, сложная):

- количество различных по литологии слоёв:
 - а) не более 2-х;
 - б) не более 4-х;
 - в) более 4-х;
- характер залегания слоёв:
 - а) горизонтально или слабо наклонно;
 - б) наклонно или с выклиниванием;
 - в) линзовидное залегание;
- характер изменения мощности слоёв:
 - а) мощность выдержана по простиранию;
 - б) мощность изменяется закономерно;
 - в) мощность резко изменяется;
- степени неоднородности слоёв по показателям свойств грунтов и ее характер изменения:
 - а) незначительная степень неоднородности слоёв по показателям свойств грунтов, закономерно изменяющихся в плане и по глубине;
 - б) существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане и по глубине;
 - в) значительная степень неоднородности слоёв по показателям свойств грунтов, изменяющихся в плане и по глубине;
- характер залегания скальных грунтов:
 - а) скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных грунтов;
 - б) скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами;
 - в) скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

Геологические условия рассматриваются нами только в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой (20 метров грунтовой толщи). На основании *среднемасштабной геологической съемки*, разрез которой полностью не может отражать реальной картины, мы получили в свое распоряжение данные только о двух различных по литологии слоях (четвертичные и дочетвертичные отложения). Данные условия не позволяют использовать перечисленные выше критерии для оценки сложности геологических условий.

В своей работе [26] для количественной оценки петрографического состава и свойств пород и их разреза, Пендин В.В. предлагает использовать коэффициент дисперсности отложений (Cd), представляющий собой средневзвешенную по мощности, приведённую плотность частиц грунта различных литологических разностей пород.

$$Cd = \frac{\sum \rho'_{si} \cdot m_i}{\sum m_i}, \quad (1)$$

где m_i – мощность i -й литологической разности в разрезе;

ρ'_{si} – приведенное среднее значение плотности частиц грунта, которое определяется по формуле:

$$\rho'_{si} = (\rho_{si} - 2,60) \cdot 100, \quad (2)$$

где ρ_{si} – плотность частиц грунта.

Однако при использовании данного критерия мы аналогично сталкиваемся с проблемой нехватки исходной информации.

Оценка несущей способности (расчетного сопротивления) грунтов слоя четвертичных отложений

Исходя из того, что вышеописанные критерии нам не подходили, было принято решение остановиться на исследовании только четвертичных отложений, для сокращения требуемых исходных данных. Так как четвертичные отложения располагаются на поверхности и непосредственно входят в сферу взаимодействия и инженерными сооружениями, необходимо было выбрать такой показатель, который бы мог охарактеризовать реакцию грунта на данное взаимодействие.

Исходя из поставленной задачи и имеющихся возможностей, нами был выбран показатель R_0 , характеризующий расчетное сопротивление грунтов основания, измеряющийся в кПа.

Первым этапом, нами в программном комплексе ArcGis была произведена оцифровка необходимого участка государственной геологической карты четвертичных отложений [3] с созданием полигонального слоя (рис. 3.3.2.1 и 3.3.2.2 соответственно) и соответствующей ему атрибутивной таблицей 3.3.2.1.

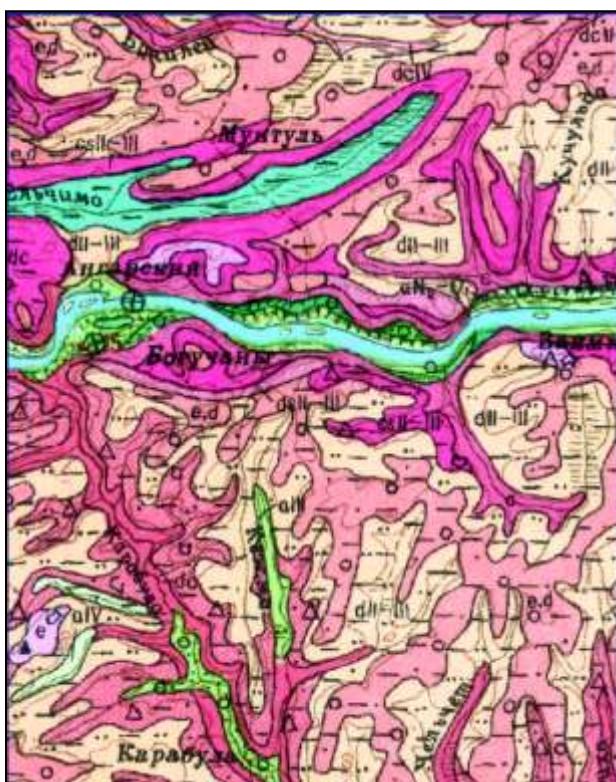


Рисунок 3.3.2.1 – Участок государственной геологической карты четвертичных отложений [3]

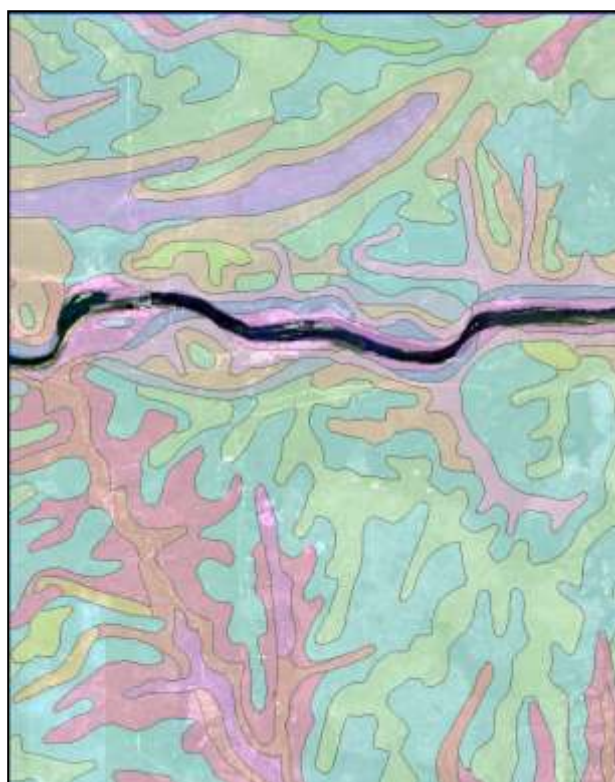


Рисунок 3.3.2.2 – Полигональный слой четвертичных отложений

Таблица 3.3.2.1 – Атрибутивная таблица полигонального слоя четвертичных отложений

Id	Звено	Индекс	Генезис	Название грунта
1	Средне-верхнечетвертичные нерасчлененные	csII-III	Коллювиально-солифлюкционные	Суглинок со щебнем и глыбами
2	Четвертичные нерасчлененные	c	Коллювиальные	Супесь/суглинок
3	Четвертичные нерасчлененные	e, d	Элювиальные и делювиальные	Суглинок с галькой
4	Современные отложения	dcIV	Делювиально-коллювиальные	Супесь/суглинок
5	Четвертичные нерасчлененные	dc	Делювиально-коллювиальные	Супесь/суглинок
6	Средне-верхнечетвертичные нерасчлененные	dsII-III	Делювиально-солифлюкционные	Супесь/суглинок
7	Четвертичные нерасчлененные	e	Элювиальные	Щебень с глыбами и дресвой
8	Среднечетвертичные нерасчлененные	laII	Озерно-аллювиальные	Глина, алевритистая глина
9	Плиоцен-нижнечетвертичные	aN2-Q1	Аллювиальные отложения VI террасы	Песок с галькой
10	Современные отложения	aIV	Аллювиальные отложения низкой и высокой поймы	Глина, алевритистая глина
11	Верхнечетвертичные нерасчлененные	aIII	Аллювиальные отложения	Песок с галькой
12	Средне-верхнечетвертичные нерасчлененные	dII-III	Делювиальные	Супесь
13	Средне-верхнечетвертичные нерасчлененные	dcII-III	Делювиально-коллювиальные	Суглинок со щебнем и глыбами

Основываясь на данных из таблиц «Расчетные сопротивления грунтов оснований» [27], грунтам из атрибутивной таблицы, полученной после оцифровки, были найдены

соответствующие типы грунтов с расчетным сопротивлением R_0 в кПа. Интервал изменения расчетного сопротивления R_0 составил от 250 до 600 кПа.

Далее было произведено ранжирование по показателю R_0 , кПа с присвоением баллов:

$R_0 \leq 300$ – 3 балла,

$300 < R_0 \leq 400$ – 2 балла,

$400 < R_0$ – 1 балл.

Данное ранжирование позволяет присвоить участкам категорию сложности геологических условий по расчетному сопротивлению грунтов основанию в зависимости от присвоенных баллов, где: 1 балл – высокая несущая способность, 2 балла – средняя несущая способность, 3 балла – низкая несущая способность, что соответствует простым, средним и сложным геологическим условиям. Результаты представлены в таблице 3.3.2.2.

Таблица 3.3.2.2 – Результаты присвоения баллов каждому типу грунта по разработанной градации

Id	Генезис	Название	Название по СП 22.13330.2016	Расчетное сопротивление R_0 , кПа	Балл
1	Коллювиально-солифлюкционные	Суглинок со щебнем и глыбами	Галечниковые (щебенистые) с заполнителем глинистым	400	2
2	Коллювиальные	Супесь/суглинок	Глинистые (непросадочные): супесь/суглинок	250	3
3	Элювиальные и делювиальные	Суглинок с галькой	Галечниковые (щебенистые) с заполнителем глинистым	400	2
4	Делювиально-коллювиальные	Супесь/суглинок	Глинистые (непросадочные): супесь/суглинок	300	3
5	Делювиально-коллювиальные	Супесь/суглинок	Глинистые (непросадочные): супесь/суглинок	350	2
6	Делювиально-солифлюкционные	Супесь/суглинок	Глинистые (непросадочные): супесь/суглинок	350	2
7	Элювиальные	Щебень с глыбами и дрсевой	Щебнисто-дресвяные слабовыветрелые	500	1
8	Озерно-аллювиальные	Глина, алевритистая глина	Глинистые (непросадочные): глина	300	3
9	Аллювиальные отложения VI террасы	Песок с галькой	Галечниковые (щебенистые) с заполнителем песчаным	600	1
10	Аллювиальные отложения низкой и высокой поймы	Глина, алевритистая глина	Глинистые (непросадочные): глина	500	1
11	Аллювиальные отложения	Песок с галькой	Галечниковые (щебенистые) с заполнителем песчаным	600	1
12	Делювиальные	Супесь	Глинистые (непросадочные), супесь	250	3
13	Делювиально-коллювиальные	Суглинок со щебнем и глыбами	Галечниковые (щебенистые) с заполнителем глинистым	400	2

В атрибутивную таблицу был добавлен показатель «балл», по значениям которого существующие полигоны были классифицированы в 3 группы. Каждой группе полигонов был присвоен определенный цвет: 1 балл – зеленый, 2 балла – желтый, 3 балла – красный. Результатом проделанной работы стала *Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтового основания* (Приложение В), на рисунке 3.3.2.3 представлена миниатюра данной карты.

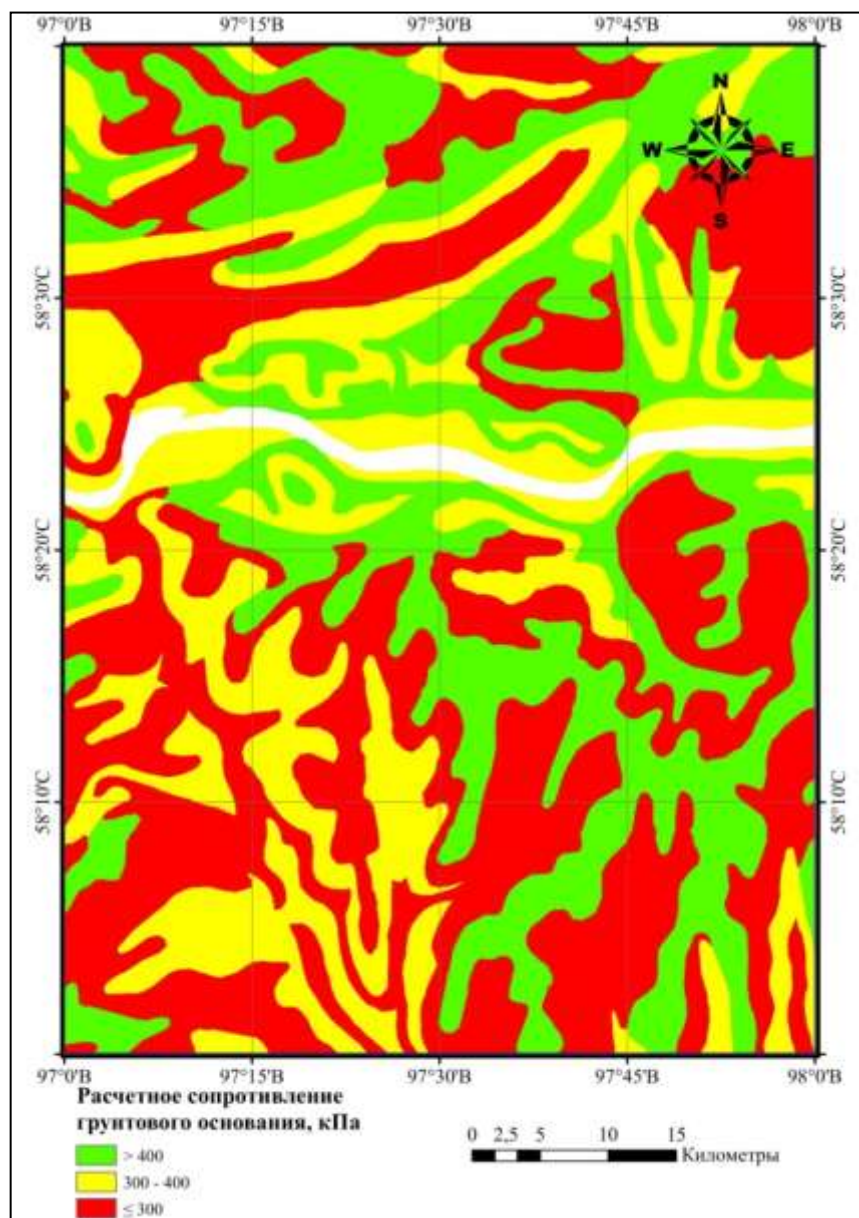


Рисунок 3.3.2.3 – Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтового основания

3.3.3 Гидрогеологические условия

Существенное влияние на условия хозяйственного освоения территории оказывают подземные воды. Наибольший интерес при инженерно-геологической оценке территории представляют данные о глубине залегания и динамике уровня грунтовых вод, наличие

верховодки, влияние напорных водоносных горизонтов, химическом составе, агрессивности и коррозионных свойствах подземных вод.

Положение уровня грунтовых вод и возможности его изменения в период строительства и эксплуатации возведенных инженерных сооружений во многом определяют типы фундаментов, их размеры, глубину заложения, водозащитные мероприятия. При подъеме уровня грунтовых вод изменяются прочностные и деформационные свойства грунтов (в особенности глинистых), возникают просадки, набухание, пучинистость и др. При понижении уровня грунтовых вод часто возникают дополнительные осадки грунтов. Воздействия грунтовых вод приводит к деструкции грунтов оснований инженерных сооружений в результате гидростатического или гидродинамического давления, а также механической химической суффозии.

Таким образом гидрогеологические условия имеют существенное значение при комплексной оценке инженерно-геологических условий, и неправильно их учёт может привести к значительным ошибкам при проектировании любых инженерных сооружений [26].

Согласно [18], исследуемому участку присваивается категория сложности гидрогеологических условий:

- 1 категория (простые условия), в случае, если на участке отсутствуют подземные воды или имеется всего один выдержанный водоносный горизонт с однородным химическим составом;
- 2 категория (средние условия), когда имеется два и более выдержанных горизонтов подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором и содержащих загрязнение;
- 3 категория (тяжелые условия), когда горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и мощности, с неоднородным химическим составом или разнообразным загрязнением, имеет место сложное чередование водоносных и водоупорных пород, напоры подземных вод и их гидравлическая связь изменяется по простиранию.

В качестве количественных характеристик гидрогеологических условий В.В. Пендин предлагает рассматривать *глубину залегания первого от поверхности водоносного горизонта и амплитуду сезонных колебаний его уровня, величины напора артезианских вод, наличие или отсутствие вот типа верховодки*. К количественным показателям химического состава подземных вод он предлагает относить *агрессивность* их по отношению к различным строительным материалам (чаще всего к бетону) и сухой

остаток. В качестве меры водопроницаемости горных пород предлагает использовать коэффициент фильтрации, а водообильность водоносного горизонта характеризовать расходом грунтового либо напорного потока [26].

Вышеперечисленные критерии оценки и рекомендации по выбору количественных характеристик не имеет возможности применить в исходном формате, что объясняется ограниченностью исходных данных.

В качестве количественной характеристики был рассмотрен показатель агрессивности вод по отношению к бетону, используя показатель общей минерализации воды в мг/л. Данный показатель был получен с Государственной геологической карты исследуемой территории. За основу была принята классификация из Таблицы В.3 – Степень агрессивного воздействия жидких неорганических сред на бетон по общей минерализации (таблица 3.3.3.1) [28].

Таблица 3.3.3.1 – Степень агрессивного воздействия жидких неорганических сред на бетон по общей минерализации

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды ¹⁾ для сооружений, расположенных в грунтах с коэффициентом фильтрации свыше 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений из бетона марки по водонепроницаемости				Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	W10-W12	
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов ²⁾ , нитратов и др. солей, мг/дм ³ , при наличии испаряющих поверхностей	Св. 10000 до 20000	Св. 20000 до 50000	Св. 50000 до 60000	4)	Слабоагрессивная
	Св. 20000 до 50000	Св. 50000 до 60000	Св. 60000 до 70000	4)	Среднеагрессивная
	Св. 50000	Св. 60000	Св. 70000	4)	Сильноагрессивная

Однако максимальное значение полученной минерализации равнялось 12800 мг/л, что согласно классификации является слабоагрессивным воздействием на бетон марки W4, данный факт побудил нас отказаться от работы с данным показателем.

Вследствие невозможности использования для исследования количественных показателей гидрогеологических условий нами было принято решение использовать качественную информацию о водоносных комплексах, полученную из объяснительной записки к гидрогеологической карте исследуемой территории.

Оценка водоносных комплексов

По имеющимся данным на исследуемой территории выделено 7 водоносных комплексов:

- 1) *Водоносный комплекс четвертичных отложений*
- 2) *Водоносный комплекс триасовых вулканогенно-осадочных образований и траппов*
- 3) *Водоносный комплекс юрских отложений*
- 4) *Водоносный комплекс пермо-карбоновых отложений*
- 5) *Водоносный комплекс терригенно-карбонатных отложений эвенкийской свиты и нижнего ордовика*
- 6) *Водоносный комплекс карбонатных отложений нижнего кембрия*
- 7) *Водоносный комплекс докембрийских образований*

Беря за основу классификацию сложности гидрогеологических условий по [18], и перенося ее с водоносных горизонтов на водоносные комплексы, была произведена классификация последних. Информация о водоносных комплексах была использована из [4].

К первой категории сложности относятся водоносные комплексы:

- *четвертичных отложений*, распространенных в долинах р. Ангары и её крупных притоков. Водовмещающими породами являются пески и галечники. Глубина залегания зеркала подземных вод изменяется от 1-2 м на низких террасах до 8-20 м на высоких. Мощность водовмещающих пород изменяется от 1 до 10 м. Дебиты скважин составляют 1-5 л/сек. В настоящее время воды этого комплекса используются населением поселков Соленого и Богучаны. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 0,5 г/л.
- *триасовых вулканогенно-осадочных образований и траппов* характеризуется развитием трещинных вод зон трещиноватости. Наиболее обводнена верхняя трещиноватая зона, глубина которой, вероятно, составляет не более 100 м. Дебиты родников изменяются от 0,5 до нескольких литров в секунду. Воды пресные, гидрокарбонатные с минерализацией не более 0,5 г/л.
- *докембрийских образований* развит лишь в северо-западной части района. Обводненность пород незначительная. Обводнена лишь верхняя трещиноватая зона разреза на глубину до 100 м. Расходы родников 0,1-5 л/сек. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,3 г/л.

Ко второй категории сложности относятся водоносные комплексы:

- *юрских отложений* распространен в южной части территории. Водовмещающими

породами являются песчаники. Предположительно в данном комплексе развито несколько водоносных горизонтов. Воды напорные, иногда самоизливающиеся. Дебит скважин при самоизливе достигает нескольких литров в секунду. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,5 г/л.

- *пермо-карбонатных отложений* развит в южной части района и на большей площади его распространения является вторым от поверхности. Водовмещающими породами являются песчаники. Воды напорные. Дебиты скважин при самоизливе достигают нескольких литров в секунду. По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные с минерализацией до 0,5 г/л.

К третьей категории сложности относятся водоносные комплексы:

- *терригенно-карбонатных отложений эвенкийской свиты и нижнего ордовика* распространен в центральной части территории. Для него характерно развитие трещинно-пластовых и карстово-трещинных вод. Ряд родников, зафиксированных на площади листа имеют расходы до 3 л/сек. Наличие гипсоносных пород в разрезе комплекса обуславливает формирование сульфатных кальциевых вод, иногда с резким запахом сероводорода. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 4,5 г/литр.
- *карбонатных отложений нижнего кембрия* развит в северо-западной части района и на правом берегу р. Ангары. Воды здесь преимущественно пластово-карстовые и трещинно-карстовые. Водообильность пород значительная. Расходы родников достигают 10 л/сек. Зафиксировано высокое содержание хлор-иона, связанного с процессами выщелачивания соленосных фаций. Минерализация вод изменяется от 0,5 до 10 г/л.

Основываясь на классификации представленной выше, используя ранее оцифрованную карту дочетвертичных отложений, путем присвоения полигонам определенного балла и цвета была построена *Карта сложности гидрогеологических условий* (Приложение Г), миниатюра данной карты представлена на рисунке 3.3.3.2.

Была произведена разбалловка и присвоена цветная палитра в зависимости от условий:

- первая категория сложности (простые условия) – 1 балл, цвет зеленый;
- вторая категория сложности (средние условия) – 2 балла, цвет желтый;
- третья категория сложности (сложные условия) – 3 балла, цвет красный.

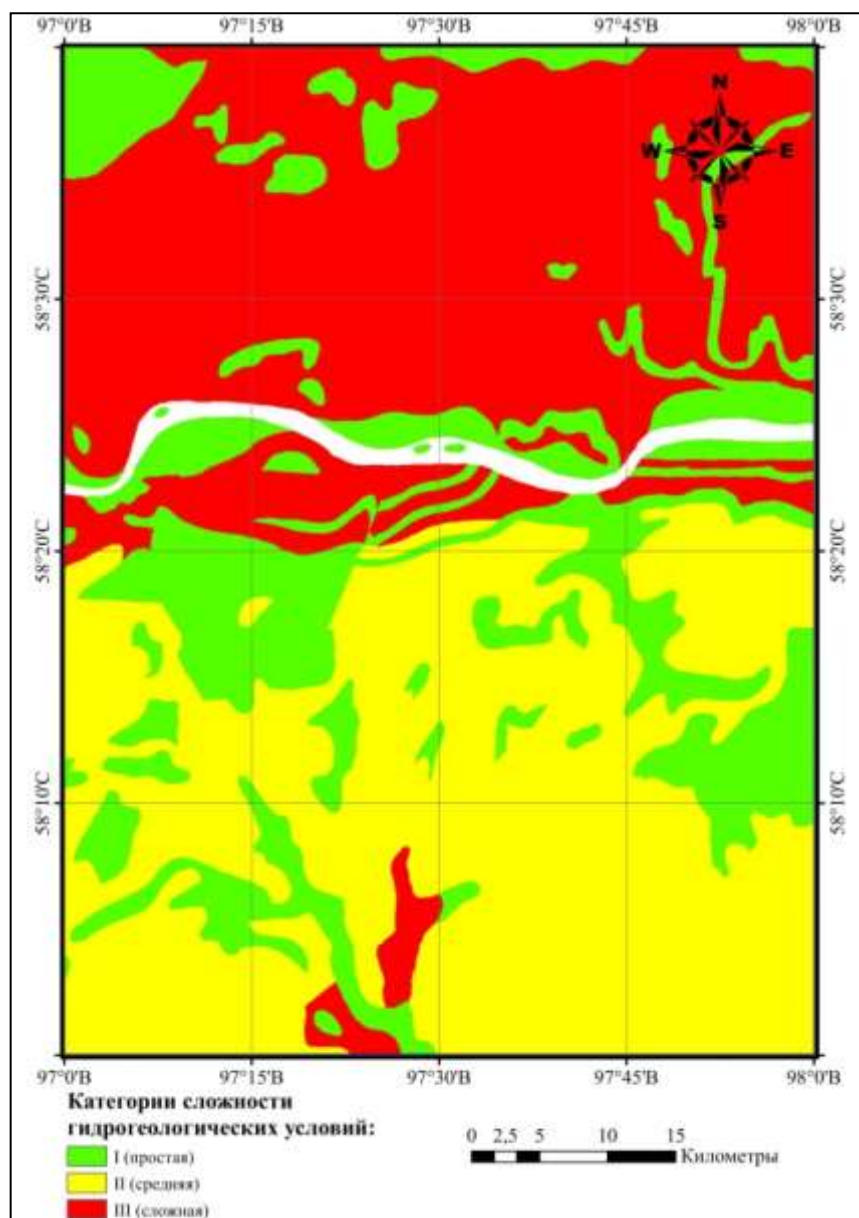


Рисунок 3.3.3.2 – Карта сложности гидрогеологических условий

3.3.4 Тектоника

При инженерно-геологической оценке некоторой области литосферы необходимо учитывать её тектоническое положение. Влияние тектонических особенностей территории может быть различным в зависимости от приуроченности её к платформенным или складчатым областям. Тектонические особенности территории определяют условия залегания горных пород, их трещиноватость, обводненность, а также развитие тех или иных эндогенных и экзогенных геологических процессов. Существенно осложняет условия возведения инженерных сооружений тектоническая нарушенность пород, проявляющийся в наличии разрывных нарушений, зон тектонического дробления и трещиноватости. Таким образом, структурно-тектонические особенности - это один из

важнейших факторов, который необходимо учитывать при инженерно-геологической оценке территории.

Согласно данным СП 14.13330.2018 [29], в котором представлен список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С(1%): поселок Богучаны, характеризующий Богучанский район по категориям сейсмической опасности относится к В – 6 баллов и С – 7 баллов. Данный факт свидетельствует о том, что исследуемая территория относится к *потенциально опасным* в сейсмическом отношении районам, поэтому выявление и оценка зон разрывных нарушений является актуальной на данной территории.

Также, согласно [23]:

При СМР в рамках инженерных изысканий на площадках и вдоль трасс ООО помимо сейсмической опасности учитывают также "геологическую" опасность, т.е. опасность активизации геологических явлений в связи с сейсмическими воздействиями.

К опасным геологическим явлениям относятся:

- а) наличие на площадке изысканий разрывных нарушений;
- б) карстовые проявления;
- в) неустойчивость склонов;
- г) разжижение и просадки грунта при сильных сейсмических воздействиях;
- д) предпостроечное замачивание просадочных грунтов;
- е) мерзлотные процессы в дисперсных грунтах.

Все разнообразие грунтовых условий при наличии опасных геологических процессов разделяют на две категории - худшие и нормальные.

К худшим грунтовым условиям относятся:

- а) площадки, сложенные мерзлыми грунтами, с возможным оттаиванием;
- б) участки вблизи тектонических нарушений, перекрытых слоем рыхлых осадков незначительной (не более 10 м) мощности;

в) участки, представленные скоростными разрезами, с резким контрастом свойств рыхлого чехла, лежащего на скальном основании, и способствующими образованию резонансных явлений;

г) участки на крутых склонах;

д) обводненные участки проявления опасных геологических явлений (обводнение, как правило, способствует активизации опасных геологических процессов).

Существует несколько подходов по оценке тектонических нарушений. Так, в [30] в качестве основного численного показателя интенсивности нарушенности предлагается величина показателя нарушенности K_1 , определяемая по формуле:

$$K_1 = \frac{\sum l}{S}, \quad (3)$$

где $\sum l$ – суммарная длина нарушений (в метрах) в пределах анализируемого участка;
 S – площадь этого участка (в гектарах).

В этом же источнике для прогноза нарушенности на стадии подготовки шахтных и выемочных полей, а также в процессе эксплуатационной разведки предлагается использовать показатель нарушенности K_2 , определяемый по формуле:

$$K_2 = \frac{n}{L}, \quad (4)$$

где n – количество разрывных нарушений, встреченных проходимой выработкой;
 L – протяженность выработки, км.

Данный подход является не совсем уместным для использования в нашей работе, так как предполагает изначально задавать площади, на которых производится оценка, а не получать их в ее итоге.

В работе О.В. Луниной [31] описан подход к оценке степени активности разломов, базирующийся на комплексном анализе разнородных данных. Последние систематизируются в каталоге, включающем два основных раздела: общие сведения и важнейшие параметры плиоцен-четвертичных разломов; различные признаки их активности (геоморфологические, структурно-геологические, палеосейсмогеологические, сейсмологические, геофизические, геодезические, инженерно-геологические, гидрологические, метеорологические), за которые в зависимости от значимости признака присваиваются экспертные оценки. Степень активности рассчитывается суммированием полученных значений и записывается как общий балл активности разлома по имеющимся данным.

Данный подход также не подходит, так как прямым результатом оценки будет активность имеющихся разломов, но не районирование по степени опасности.

Другой подход описан в работе [32], в которой предлагается выполнять районирование разломов по характеру их напряженного состояния. Для этого полученные из результатов тектонофизической реконструкции данные о напряженном состоянии участков земной коры трансформируются в данные о параметрах нормальных и касательных напряжений на плоскостях разломов, отвечающих отдельным их участкам.

Подобный подход требует помимо информации о простирации разломов иметь также данные об углах падения плоскости разлома.

Данный подход является полностью подходящим в плане получения преследуемого результата, однако является невозможным к использованию вследствие ограниченности имеющихся исходных данных.

Более простой подход использован в работе [33], в которой опасность влияния тектонических нарушений классифицирована по показателю – расстояние от активных разломов своеобразными буферными зонами:

- > 3000 м – 1 балл (нарушение не оказывает влияния, низкая опасность);
- < 3000 м – 2 балла (нарушение оказывает влияние, средняя опасность);
- Зона разлома – 3 балла (зона непосредственного влияния, высокая опасность).

Оценка расстояния от активных разломов

Начало оценки тектонических условий было начато с анализа участка Тектонической карты [3] исследуемой нами местности, представленной на рисунке 3.3.4.1.



Ф О Р М А Ц И И

Долерит-базальтовая и габбро-долерит-базальтовая

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Региональные разломы
Сбросы достоверные (а), предполагаемые (б), скрытые под покровом мезозойских и кайнозойских отложений (в)

Региональные разломы
Взбросы и крутые надвиги (а), сдвиги (б)

Локальные и оперяющие разломы
Сбросы достоверные (а), предполагаемые (б)

Локальные и оперяющие разломы
Взбросы и крутые надвиги (а), сдвиги (б)

Локальные и оперяющие разломы
Неустановленного типа достоверные (а), предполагаемые (б), скрытые под покровом мезозойских и кайнозойских отложений (в)

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

СКЛАДЧАТЫЕ ОБЛАСТИ И СИСТЕМЫ

ЕНИСЕЙСКО-САЯНСКАЯ СРЕДНЕ-ПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКАЯ (БАЙКАЛЬСКАЯ) СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Верхний структурный этаж V_3 (PR_3^3)

vB_3 Внутренние прогибы

ЧЕХЛЫ ПЛАТФОРМ

СИБИРСКАЯ (ДРЕВНЯЯ) ПЛАТФОРМА

Третий структурный комплекс (PR_3^3-S)

Четвертый структурный комплекс (C_1^4)

Пятый структурный комплекс (C_1^5-T)

Шестой структурный комплекс (J-K)

Седьмой структурный комплекс (P-N)

ПРОЧИЕ ЗНАКИ

Границы тектонических подразделений

Изогипсы (в км) по подошвам структурных комплексов чехлов Сибирской и Западно-Сибирской платформ

Примечание. Изогипсы (в км) по подошве третьего структурного комплекса Сибирской платформы, перекрытого более молодыми комплексами, показаны фиолетовым цветом; по подошве первого структурного комплекса чехла Западно-Сибирской платформы, перекрытого вторым комплексом — оранжевым цветом

Рисунок 3.3.4.1 – Участок тектонической карты [3]

Как мы видим на карте выше, с запада в исследуемый участок вклинивается региональный разлом типа сброс. Остальные нарушения представляют собой локальные и оперяющие разломы неустановленного типа.

Следующим этапом была проведена оцифровка разломов в программном комплексе ArcGis 10.4, результатом которой был полигональный слой, представленный полилиниями, характеризующие разломы и соответствующей атрибутивной таблицей (рис. 3.3.4.2).

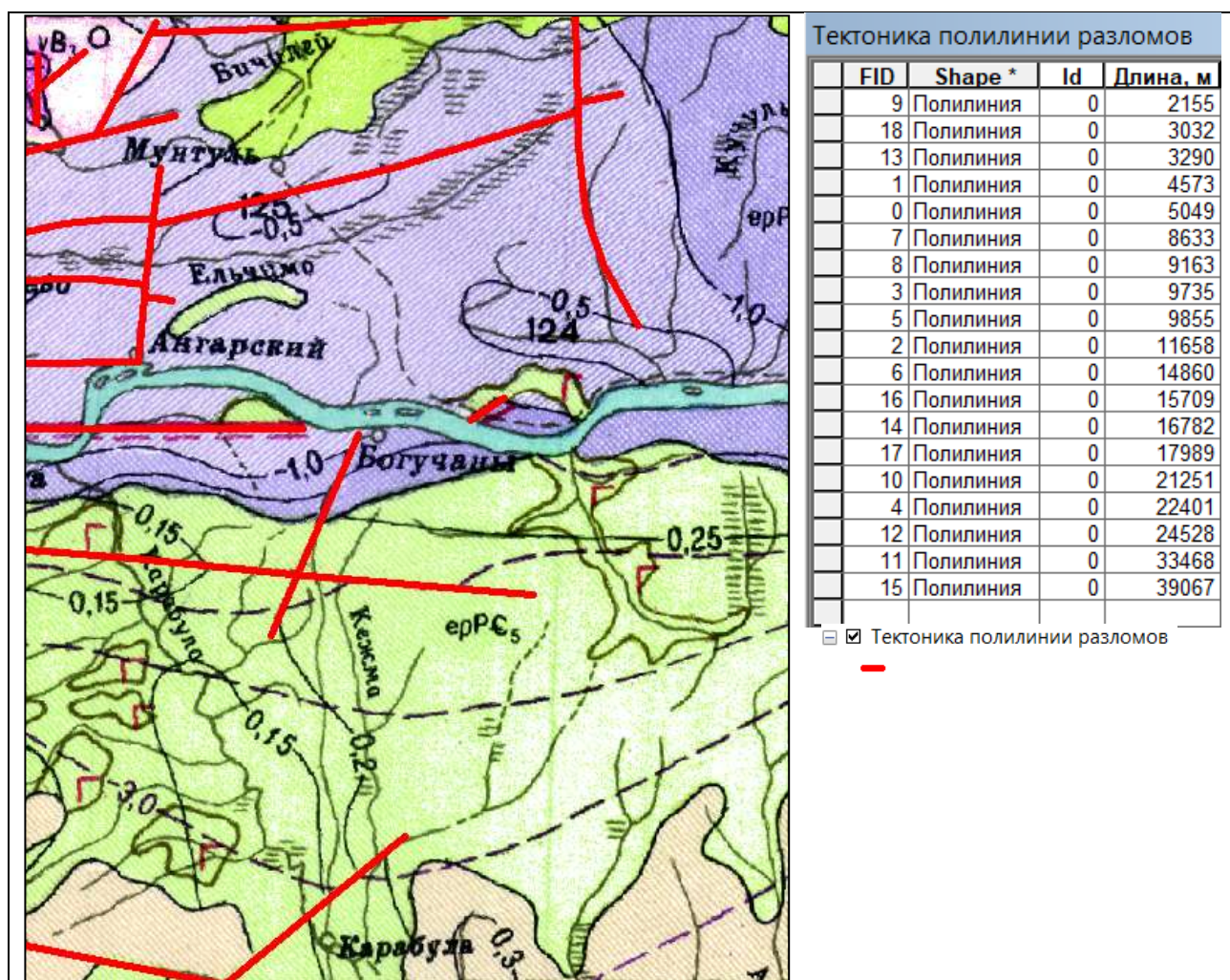


Рисунок 3.3.4.2 – Результаты оцифровки

Согласно [34, 35, 36] размеры зоны разлома, статистически равны 10 % от его длины. Так следующим этапом, путем проведения буферизации были вычислены зоны разлома, территории до 3000 м от разлома и территории больше 3000 м от разлома, и в итоге была построена карта удаленности от разломов (Приложение Д). На рисунке 3.3.4.3 представлена миниатюра данной карты.

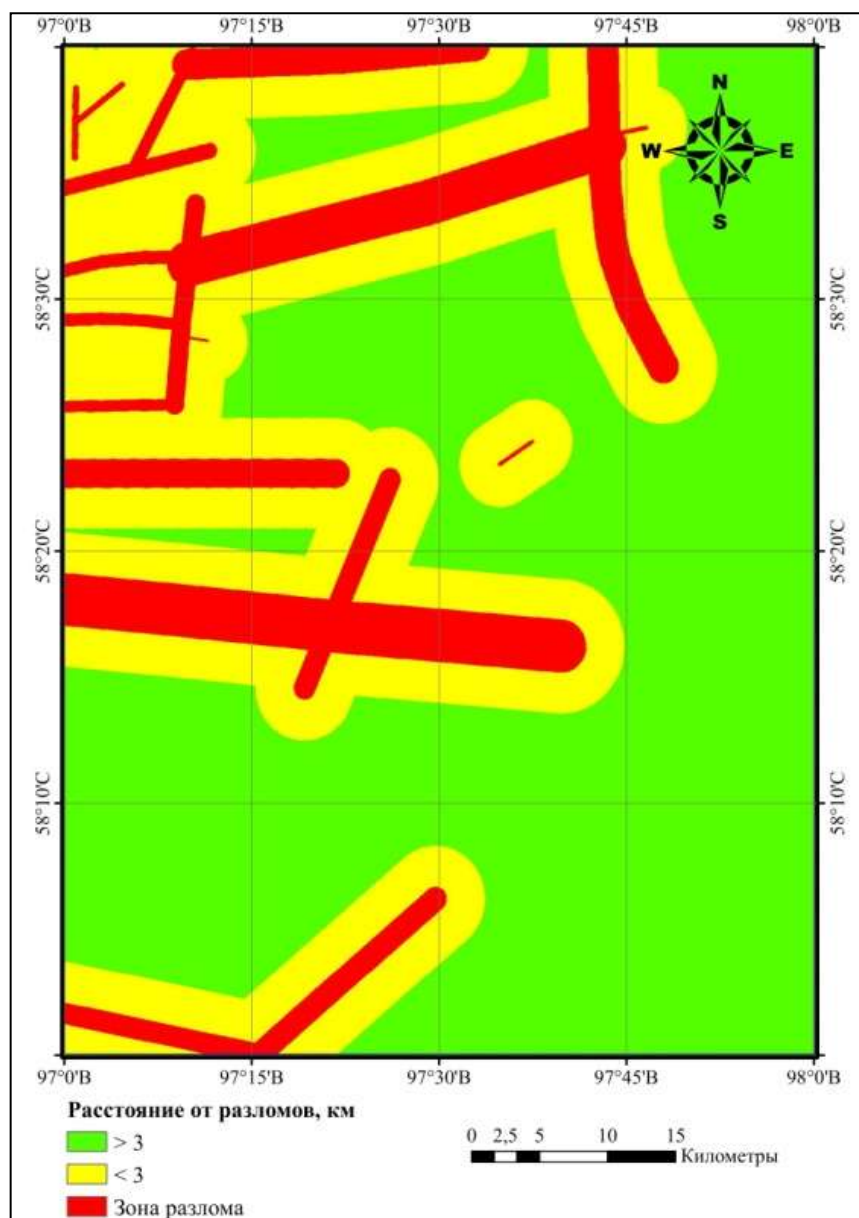


Рисунок 3.3.4.3 – Карта удаленности от разломов

3.3.5 Геологические и инженерно-геологические процессы и явления

При строительстве и эксплуатации различных инженерных сооружений практически всегда приходится иметь дело с проявлениями экзогенных геологических процессов, осложняющих хозяйственное освоение территорий. Наличие проявления экзогенных геологических процессов вызывает необходимость проведения специальных инженерно-мелиоративных мероприятий, существенно удорожающих стоимость инженерно-геологических изысканий, проектирования и строительства [26].

Согласно [18] исследуемому участку присваивается категория сложности основываясь на распространенности геологических и инженерно-геологических процессов и явлений:

- 1 категория (простые условия), в случае, если на участке процессы и явления отсутствуют;
- 2 категория (средние условия), если процессы и явления имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов;
- 3 категория (тяжелые условия), когда процессы и явления имеют широкое распространение и (или) оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

Количественные показатели экзогенных геологических процессов могут быть разделены на две группы:

- показатели, характеризующие пространственные закономерности проявления различных экзогенных геологических процессов;
- показатели, характеризующие режим экзогенных геологических процессов (временная изменчивость).

Первая группа показателей обычно представлена различного вида коэффициентами пораженности территории экзогенными геологическими процессами.

К данным коэффициентам относится коэффициент линейной пораженности, который рассчитывается по формуле:

$$K_{л} = \frac{l}{L}, \quad (5)$$

где l – протяжённость территории, занятой появлением процесса;

L – общая протяжённость.

С помощью данного коэффициента можно оценивать проявление такого процесса, как селеобразование, используя отношение длины русел рек и временных водотоков, по которым проходит селевые потоки к суммарной длине всех водотоков на данном участке [37].

Так же интенсивность проявления процесса переработки берегов водохранилищ может быть оценена как отношение протяженности размываемых берегов к общей длине береговой линии водохранилища.

Коэффициент площадной пораженности рассчитывается по формуле:

$$K_{п} = \frac{f}{F}, \quad (6)$$

где f – площадь, занятая формами процесса;

F – общая площадь участка.

Коэффициент площадной пораженности можно количественно охарактеризовать такие процессы, как оползни, карст, осыпи, обвалы, заболоченность, пучение и др.

Коэффициент частотной пораженности определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n}{F}, \quad (7)$$

где n – число проявлений процесса на данном участке;

F – площадь данного участка.

Этим коэффициентом пользуются в том случае, если площадь отдельных проявлений процесса не может быть выражена в масштабе карты [26].

Оценка присутствия и распространенности процессов

Опираясь на исходные данные, нами было выделено 4 категории участков, подверженных влиянию геологических и инженерно-геологических процессов:

- участки с выявленными вечномерзлыми грунтами;
- заболоченные участки;
- участки с проявлением оврагообразования;
- участки с проявлением карстообразования.

Нами было принято решение отказаться, от использования коэффициентов пораженности территории, представленных выше, ввиду того, что имеющиеся у нас данные о процессах не содержат количественные характеристики (количество проявлений процесса), а характеризуют только локализацию. Также использование данных коэффициентов вынуждает задавать общую площадь, относительно которой будет производиться оценка распространенности, но данный подход является для нас неприемлимым.

Первым этапом были оцифрованы имеющиеся материалы по локализации процессов:

- 1) гидрогеологическая карта с обозначением процесса заболоченности (рис. 3.3.5.1);
- 2) геоморфологическая схема, содержащая данные о распространенности многолетнемерзлых грунтов, овраго- и карстообразования (рис. 3.3.5.2).

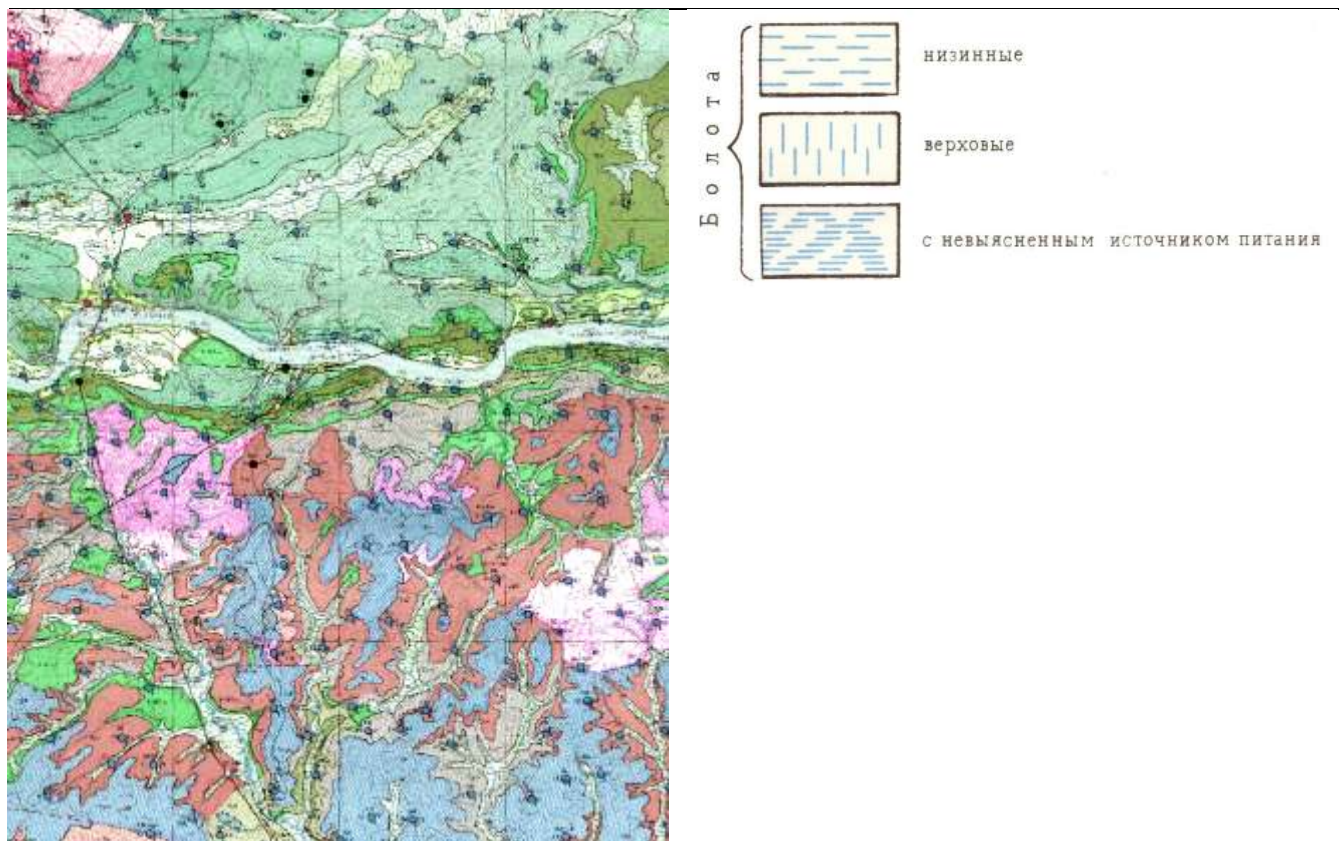


Рисунок 3.3.5.1 – Гидрогеологическая карта с обозначением процесса заболачивания [4]



Рисунок 3.3.5.2 – Геоморфологическая схема [4]

Территории, пораженные процессами оврагообразования, заболоченности и распространения многолетнемерзлых грунтов было принято решение классифицировать всего на 2 категории: пораженные (зона выделена красным цветом) и непораженные (зона выделенная зеленым цветом) процессом. Результат классификации представлен на рисунке 3.3.5.3.



Рисунок 3.3.5.3 – Результат классификации территорий, пораженных процессами оврагообразования, заболоченности и распространения многолетнемерзлых грунтов

Геоморфологическая схема не позволила выделить пораженные карстом территории, поэтому для оценки проявления карста был использован ранее оцифрованный слой по составу пород, полигоны которого были классифицированы на 3 категории:

- породы наиболее подверженные карсту (выделены красным цветом);
- породы средне подверженные карсту (выделены желтым цветом);
- породы практически или полностью не подверженные карсту (выделены зеленым цветом).

Результат классификации представлен на рисунке 3.3.5.4.

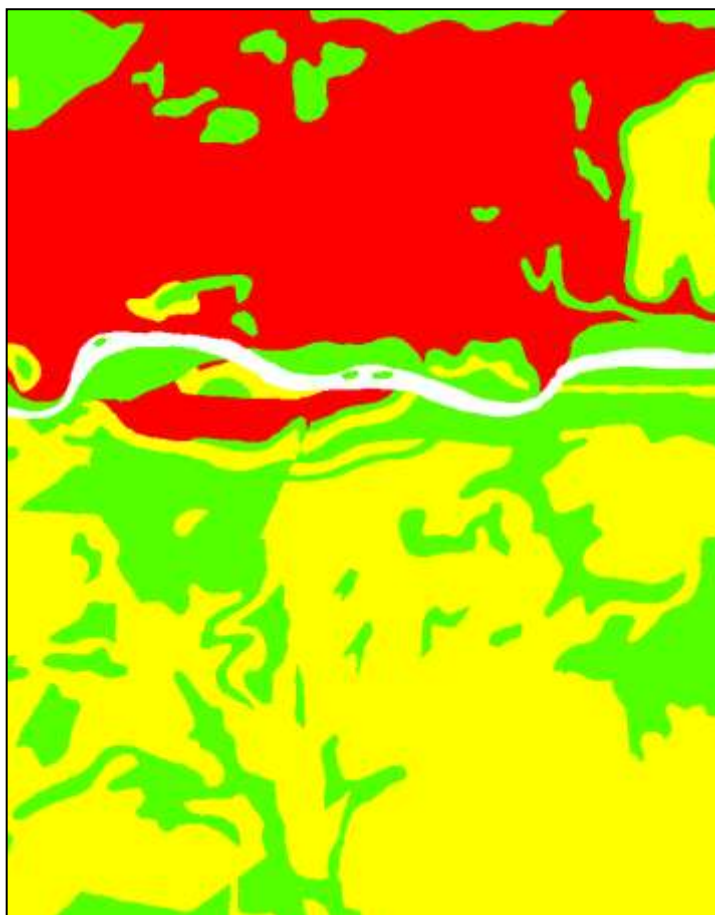


Рисунок 3.3.5.4 – Результат классификации территорий по вероятности карстообразования.

Итогом оценки присутствия и распространенности геологических и инженерно-геологических процессов стала *Карта распространенности геологических / инженерно-геологических процессов и явлений* (Приложение Е), на рисунке 3.5.5 представлена миниатюра данной карты.

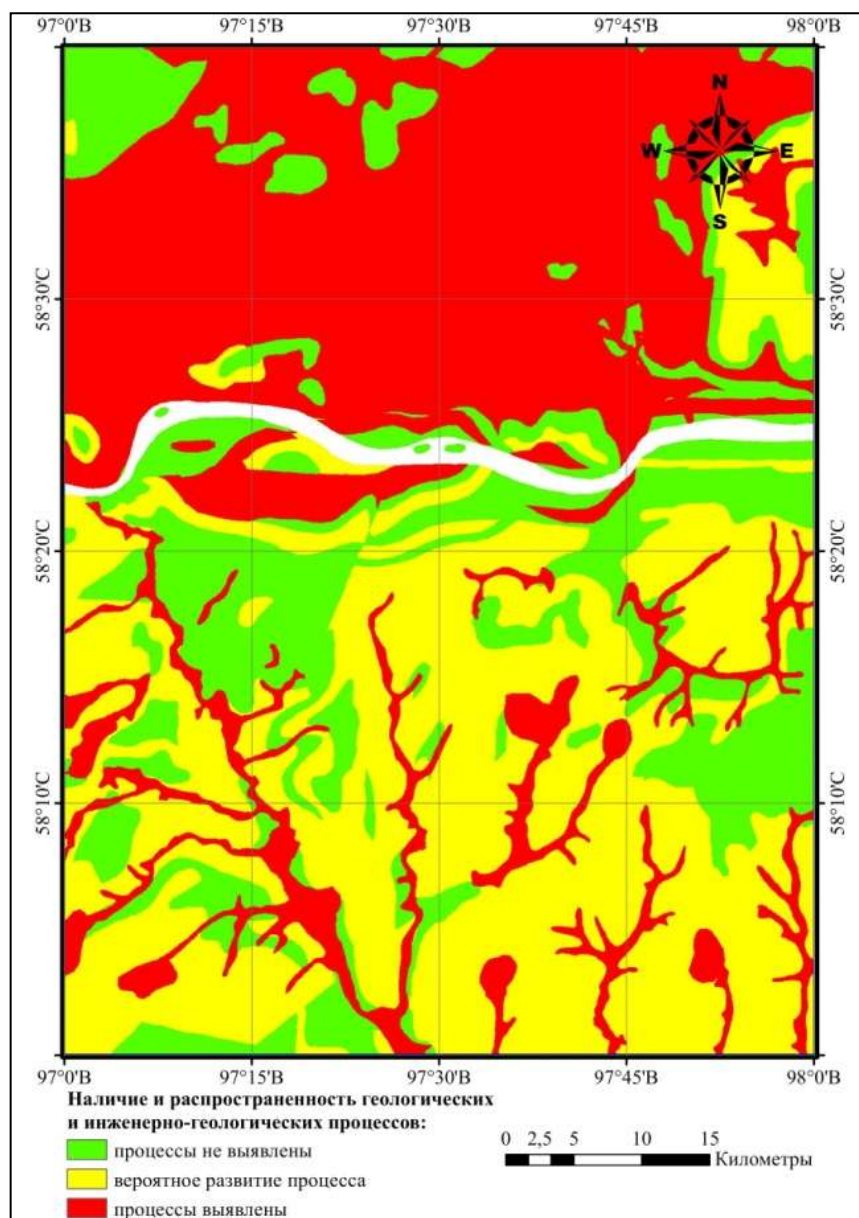


Рисунок 3.3.5.5 – Карта распространности геологических / инженерно-геологических процессов и явлений

3.4 Построение итоговой карты инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения

К данному этапу работы было построено 5 карт районирования по сложности инженерно-геологических условий, характеризующих соответственно факторы:

1. условия рельефа по показателю *крутизна склонов*;
2. геологические условия по показателю расчетное сопротивление грунтового основания;
3. гидрогеологические условия по водоносным комплексам;
4. тектоника по показателю расстояние от активных разломов;

5. геологические и инженерно-геологические процессы и явления по опасности проявления процессов.

Все имеющиеся карты соответствуют критериям:

- 1) имеют формат растра;
- 2) имеют атрибутивную таблицу с тремя классами значений (1, 2, 3), что соответствует категориям сложности условий простая, средняя, сложная;
- 3) выполнены в одном масштабе;
- 4) соответствуют одному участку с координатами $97^{\circ}00'$ – $98^{\circ}00'$ восточной долготы и $58^{\circ}00'$ – $58^{\circ}40'$ северной широты.

Соответствие вышеперечисленным критериям позволило с помощью инструмента «Взвешенная сумма» программного комплекса ArcGis произвести сложение данных растров. Предварительно каждому растру был присвоен вес равный 1, так как по разработанной нами методике считается, что данные факторы действуют равнозначно. Иллюстрация работы данного инструмента представлена на рисунке 3.4.1.



Рисунок 3.4.1 – Иллюстрация работы инструмента «Взвешенная сумма» [25]

Результатом, описанной выше операции стал растр, каждая ячейка которого соответствовала сумме ячеек пяти входных растров. Так, минимальный балл составил 5 (случай, когда значения ячеек каждого из 5 входных растров равнялись 1, что соответствует простым условиям или I категории), максимальный балл 15 (каждый фактор на данном участке имел максимальное проявление).

Полученный растр также необходимо было классифицировать на 3 класса, так как конечная карта районирования должна отображать зоны соответствующие: простым, средним и сложным инженерно-геологическим условиям.

Разработанная нами градация представлена ниже (где Б – значение ячейки value полученного раstra):

1. $B \leq 8$
2. $8 < B \leq 10$
3. $10 < B \leq 15$

Данная градация произведена по методу «естественные границы» инструментом «классификация» программного комплекса ArcGis. В методе естественных границ классы основаны на естественном группировании данных. Границы классов определяются таким образом, чтобы сгруппировать схожие значения и максимально увеличить различия между классами. Объекты делятся на классы, границы которых устанавливаются там, где встречаются относительно большие различия между значениями данных [25].

Используя разработанную градацию, исходный растровый слой был классифицирован с присвоением соответствующей цветовой гаммы каждой категории:

- 1) I категория сложности (простая) – зеленый цвет;
- 2) II категория сложности (средняя) – желтый цвет;
- 3) III категория сложности (сложная) – красный цвет.

Результатом данной операции стала карта инженерно-геологического районирования пригодности территории для строительного освоения (Приложение Ж), на рисунке 3.4.2 представлена миниатюра данной карты.

Районы, относящиеся к I категории сложности, имеют простые инженерно-геологические условия. Для них характерен рельеф с уклонами до 5° , грунты с расчетным сопротивлением основания $R_0 > 400$ кПа, безнапорные водоносные горизонты с простым строением и низкой минерализацией (до 0,5 г/л), отсутствие в основании разрывных нарушений, отсутствие зафиксированного и вероятного развития геологических процессов. Данные районы рекомендованы для первоочередного строительного освоения, так как практически не требуют специальной подготовки и дополнительных вложений.

Районы, относящиеся ко II категории сложности, имеют средние инженерно-геологические условия. Для них характерен рельеф с уклонами от 5° до 15° , грунты с расчетным сопротивлением основания R_0 от 300 до 400 кПа, гидрогеологический разрез представлен несколькими водоносными горизонтами, присутствуют напорные и самоизливающиеся воды с минерализацией до 0,5 г/л. Данные территории находятся в зоне влияния разрывных нарушений, существует вероятность развития геологических процессов. Данные районы рекомендуются для строительного освоения после районов с I категорией сложности, так как требуют специальной подготовки и дополнительных вложений.

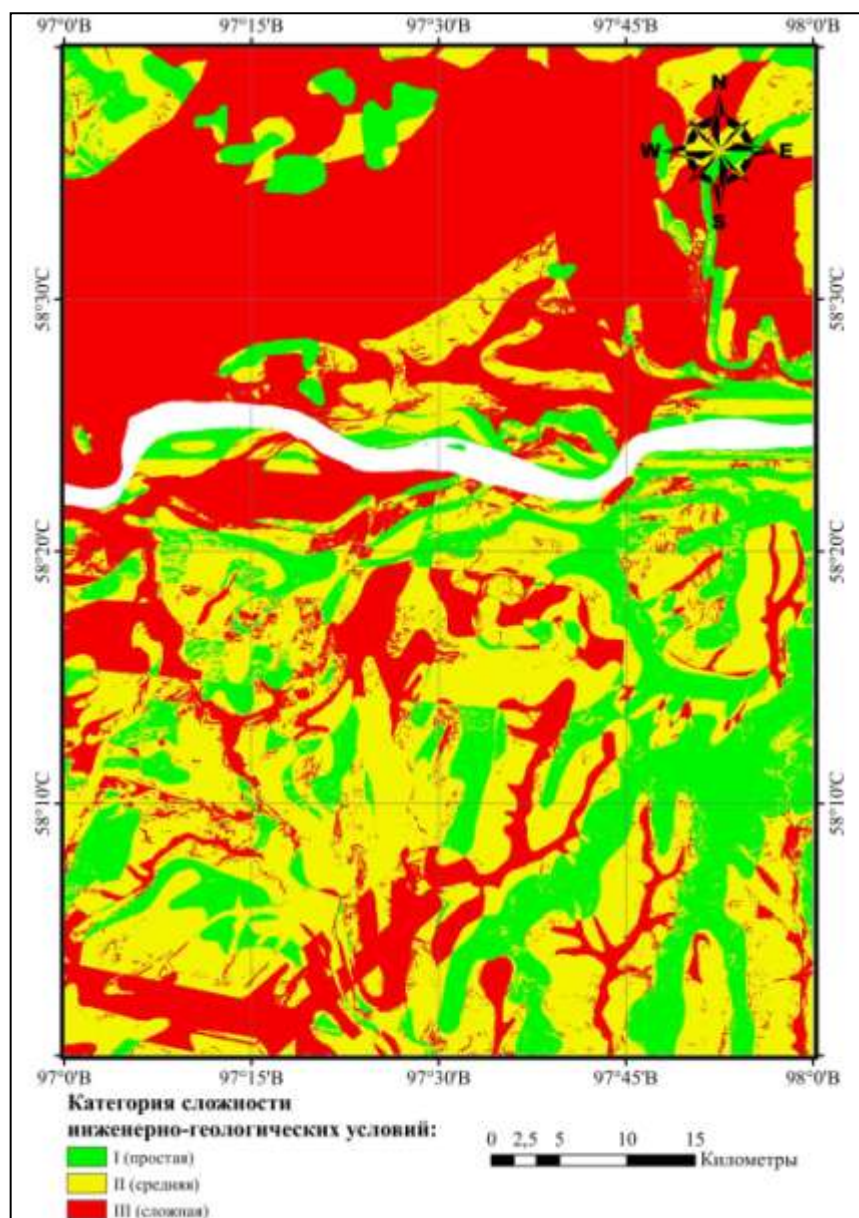


Рисунок 3.4.2 – Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения

Районы, относящиеся ко III категории сложности, имеют сложные инженерно-геологические условия. Для них характерен рельеф с уклонами от 15° и более, грунты с расчетным сопротивлением основания R_0 до 300 кПа, сложный гидрогеологический разрез, присутствуют напорные и самоизливающиеся воды с высокой минерализацией (до 10 г/л). Данные территории находятся непосредственно в зоне разрывных нарушений, зафиксированы различные геологические процессы, а также существует высокая вероятность развития новых. Данные районы рекомендуются для строительного освоения в последнюю очередь, в связи с тем, что требуют большой объем подготовительных работ и, как следствие, больших вложений.

3.5 Верификация полученных результатов на участке п. Таежный

Для того чтобы подтвердить возможность применения полученных карт по каждому фактору, а также итоговой карты, было принято решение сравнить полученные результаты с результатами инженерных изысканий на участке строительства нового микрорайона в пос. Таежный [1] (Рисунок 3.7.1).



 – участок проведения изысканий

Рисунок 3.7.1 – Участок проведения изысканий

3.5.1 Оценка по условиям рельефа

По данным проведенных изысканий, наибольшим распространением на рассматриваемой площади (район п. Таежный) пользуется полого-холмистый рельеф, приуроченный к верхнепалеозойским и юрским осадкам. Этот тип рельефа характеризуется слабой степенью расчлененности, наличием широких водоразделов, часто незаметно переходящих в долины. Крутизна склонов не превышает 10° , а обычно колеблется $3-5^\circ$.

Согласно карте уклонов территория попадает в зоны с уклонами до 5° (зеленая зона) и от 5° до 15° (желтая зона), что совпадает с данными изысканий (рис. 3.5.1.1).

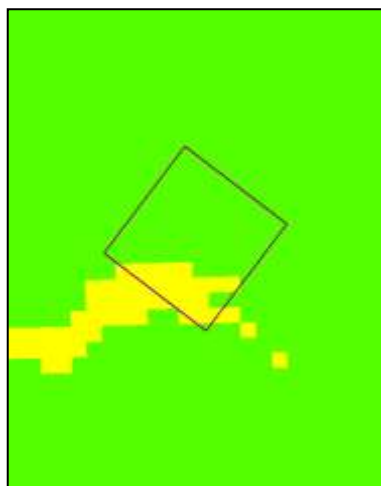


Рисунок 3.5.1.1 – Участок проведения изысканий на карте уклонов

3.5.2 Оценка по инженерно-геологическим условиям

По категории сложности инженерно-геологических условий по фактору «геологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой» площадка изысканий относится к II (средней сложности) категории согласно [18].

Согласно карте сложности геологических условий *четвертичных отложений* по расчетному сопротивлению грунтового основания участок относится к средней категории сложности ($300 < R_0 \leq 400$ кПа) (рис. 3.5.2.1).

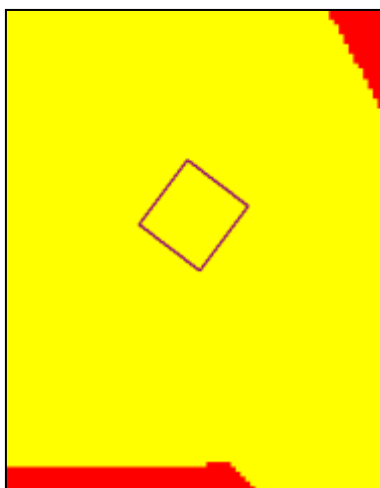


Рисунок 3.5.2.1 – Участок проведения изысканий на карте сложности геологических условий *четвертичных отложений* по расчетному сопротивлению грунтового основания.

3.5.3 Оценка по гидрогеологическим условиям

Гидрогеологические условия участка проведения инженерных изысканий, в соответствии с [18], характеризуются как простые.

Согласно карте сложности гидрогеологических условий участок также относится к средней категории сложности гидрогеологических условий (рис. 3.5.3.1).

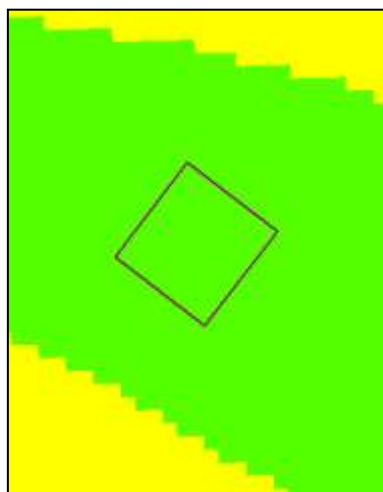


Рисунок 3.5.3.1 – Участок проведения изысканий на карте сложности гидрогеологических условий

3.5.4. Оценка по фактору распространенности геологических и инженерно-геологических процессов

Территория проектируемого жилого микрорайона расположена в пределах коренного склона левого борта долины р. Карабула с полого-холмистым рельефом, осложненного эрозионными ложбинами ручьев Зекаликон и Иен, ограничивающими площадку с северо-запада и юга.

Согласно карте распространенности геологических и инженерно-геологических процессов и явлений территория попадает в зону заболоченности (отмечена красным), что соответствует локализации ложбины ручья Зекаликон (рис. 3.5.4.1).

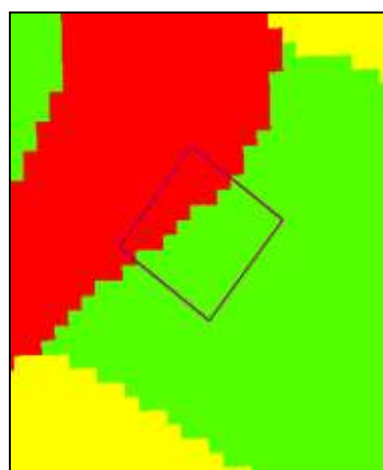


Рисунок 3.5.4.1 – Участок проведения изысканий на карте распространенности геологических и инженерно-геологических процессов и явлений

3.5.5 Оценка инженерно-геологических условий по совокупности факторов

Согласно данным изысканий, инженерно-геологические условия площадки были отнесены к средней категории. По анализу карты инженерно-геологического районирования пригодности территории для строительного освоения, участок попадает в зону средних условий, что совпадает с данными изысканий (рис. 3.5.5.1).

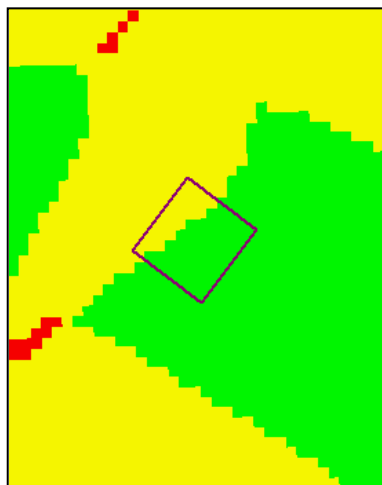


Рисунок 3.5.5.1 – Участок проведения изысканий на карте инженерно-геологического районирования пригодности территории для строительного освоения

По проведенному анализу можно сделать вывод, что полученные в результате данной работы карты являются пригодными для использования при определении инженерно-геологических условий территории на предварительном этапе планирования инженерно-геологических изысканий.

Выводы

В ходе данной главы была разработана методика оценочного инженерно-геологического районирования.

Согласно методике был произведен выбор факторов, имеющих наибольшее влияние на параметр, по которому производится итоговое районирование (в нашем случае на степень пригодности территории для строительства).

Выявленными факторами являются:

- 1) условия рельефа;
- 2) геологические условия;
- 3) гидрогеологические условия;
- 4) тектоника;
- 5) геологические и инженерно-геологические процессы и явления.

В ходе анализа факторов были выбраны характеристики для их оценки:

- 1) для условий рельефа – уклон земной поверхности (крутизна склонов) в градусах;
- 2) для геологических условий – расчетное сопротивление грунтов основанию R_0 , кПа;
- 3) для гидрогеологических условий – характеристика водоносных комплексов;
- 4) для тектоники – расстояние от разломов (разрывных нарушений);
- 5) для геологических и инженерно-геологических процессов и явлений – распространенность и вероятность их развития.

Были разработаны градации оценки и произведена сама оценка каждого отдельного фактора.

На основании разработанных градаций были построены карты районирования для каждого отдельного фактора.

На основании построенных карт районирования по каждому отдельному фактору была построена итоговая карта инженерно-геологического районирования по степени пригодности территории для строительного освоения.

ГЛАВА 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Выпускная квалификационная работа содержит информацию об инженерно-геологических условиях Богучанского района Красноярского края. В ходе работы проведен сбор, систематизация и обработка результатов инженерных изысканий, государственной геологической съемки, других исследований.

Приведено районирование территории по отдельным факторам (рельеф, геологические, гидрогеологические, тектонические условия, геологические и инженерно-геологические процессы и явления) и в комплексе (оценка пригодности территории для строительного освоения), которое приведено в виде карт. Использование данных карт инженерно-изыскательскими и проектными организациями может существенно уменьшить объем полевых работ и снизить стоимость инженерно-геологических изысканий в перспективном для развития Богучанском районе Красноярского края.

Применяется данная работа в инженерной геологии на этапе камеральной обработки материалов и предполевого период для упрощения задач. Пользователями решений данной работы являются инженеры-геологи, которые относятся к камеральному отделу.

Возможные пользователи, которые могут заинтересоваться: инженеры-проектировщики, маркшейдеры в области добычи полезных ископаемых.

Реализация методики инженерно-геологического районирования позволит вести строительство сооружений более безопасно в экологическом и социальном плане. Этим фактом объясняется актуальность работы.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Режим рабочего времени

В ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», на базе которого проводилась исследовательская работа, действует режим шестидневная рабочая неделя с одним выходным днем в соответствии со ст. 100 Трудового Кодекса Российской Федерации [38].

При этом в соответствии со ст. 111 ТК РФ общим выходным днем является воскресенье.

Нормальная продолжительность рабочего времени при шестидневной рабочей неделе не может превышать 40 часов в неделю. Такое ограничение установлено ст. 91 ТК РФ.

В свою очередь ст. 95 ТК РФ устанавливает, что продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Вместе с тем эта статья для шестидневной рабочей недели вводит дополнительное ограничение, согласно которому накануне выходных дней продолжительность работы при таком режиме не может превышать пяти часов.

Защита персональных данных работника

Защита персональных данных работников в ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» осуществляется согласно ст. 85-90 ТК РФ.

Оплата и нормирование труда

Оплата и нормирование труда работников ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» осуществляется согласно ст. 129 - 163 ТК РФ.

Для города Томск, где производит свою деятельность ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» установлен районный коэффициент 1.3.

4.1.2 Особенности регулирования труда научных работников, руководителей научных организаций, их заместителей

Особенности регулирования труда научных работников, руководителей научных организаций, их заместителей в ФГАО ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» осуществляется согласно ст. 336_1 - 336_3 ТК РФ.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Так как основная часть проводимого исследования относится к легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего (работа за персональным компьютером), то организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводились согласно ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [39].

Общие положения

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Размерные характеристики рабочего места

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рис.4.1.1 и 4.1.2.

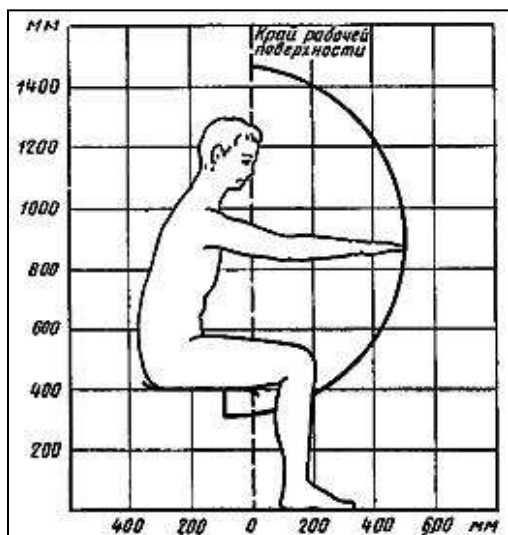


Рисунок 4.1.1 – Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости [39]

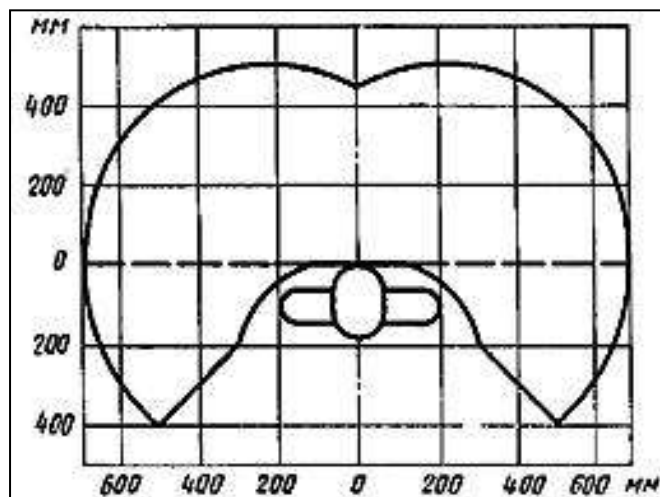
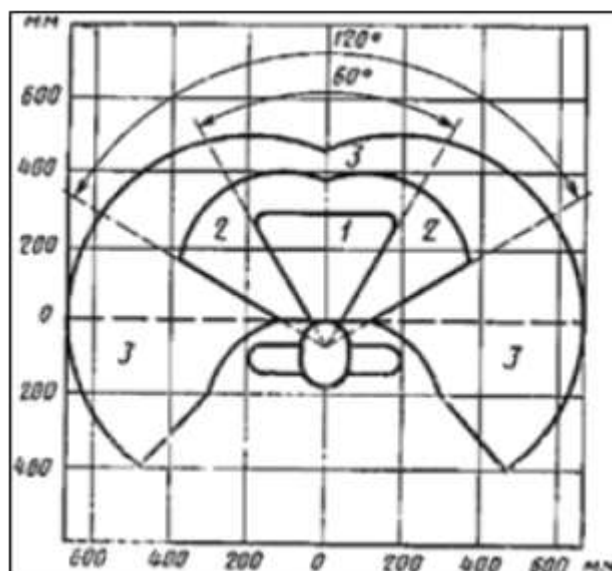


Рисунок 4.1.2 – Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости при высоте рабочей поверхности над полом 725 мм [39]

Выполнение трудовых операций "часто" и "очень часто" должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, приведенных на рис.4.1.3.



1 - зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного поля); 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля); 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)

Рисунок 4.1.3 – Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления [39]

При проектировании оборудования и организации рабочего места следует учитывать антропометрические показатели женщин (если работают только женщины) и мужчин (если работают только мужчины); если оборудование обслуживают женщины и мужчины - общие средние показатели женщин и мужчин.

Требования к размещению средств отображения информации

Общие требования к размещению средств отображения информации - по ГОСТ 22269-76[40].

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости (рис.4.1.4 и 4.1.5).

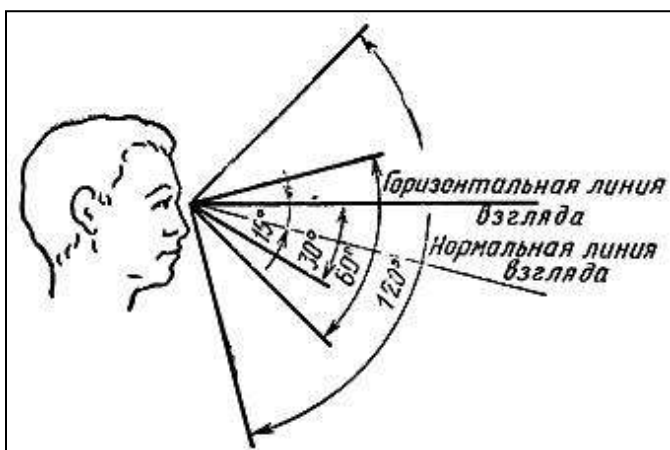


Рисунок 4.1.4 – Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости [39]

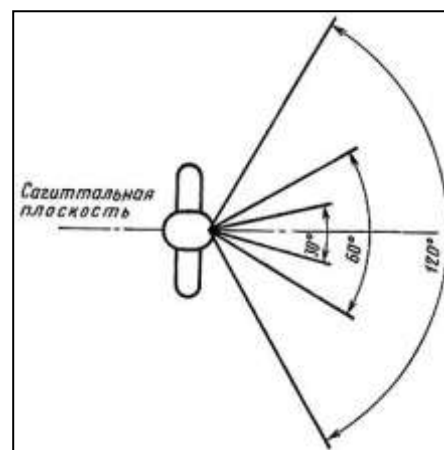


Рисунок 4.1.5 – Зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости [39]

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Рассмотрение инженерно-геологического районирования не является чем-то, что будет создавать вредные и опасные факторы. При проведении камеральных работ возможен риск возникновения вредных факторов, которые приведены в таблице 1, согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [41].

Таблица 4.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов -ление	Эксплуа -тация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [42]. РД 52.88.699-2008 Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений [43].
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [44].
3. Физические перегрузки организма работающего.	-	-	-	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [45].
4. Нервно-психические перегрузки.	+	+	+	СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [46]. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [47].

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1) Отклонение показателей микроклимата:

Нормальный микроклимат в помещении является одним из необходимых условий для нормальной работы сотрудника. Он оказывает существенное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Добиться оптимального комфорта возможно с помощью отопления и вентиляции. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88 [48], СанПиН 2.2.4.548-96 [42]. Отопление помещений проектируется в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 [49]. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 4.2.2.

Таблица 4.2.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iа (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	IIа (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Iа (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIа (175 - 232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины (таблица 4.2.3).

Таблица 4.2.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин			диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более **
Холодный	Ia (до 139)	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0- 26,0	15 - 75 *	0,1	0,1
	Iб (140 - 174)	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0- 25,0	15 - 75	0,1	0,2
	IIa(175 - 232)	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	16,0- 24,0	15 - 75	0,1	0,3
	IIб(233 - 290)	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0- 23,0	15 - 75	0,2	0,4
	III(более 290)	13,0 - 15,9	18,1 - 21,0	12,0- 22,0	15 - 75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	20,0- 29,0	15 - 75 *	0,1	0,2
	Iб (140 - 174)	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0- 29,0	15 - 75 *	0,1	0,3
	IIa(175 - 232)	18,0 - 19,9	22,1 - 27,0	17,0- 28,0	15 - 75 *	0,1	0,4
	IIб(233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0- 28,0	15 - 75 *	0,2	0,5
	III(более 290)	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0- 27,0	15 - 75 *	0,2	0,5

2) *Отсутствие или недостаток естественного света, искусственного света:*

Рабочее место инженера при камеральных работах должно освещаться естественным и искусственным освещением. Естественное освещение в современных помещениях достаточно редко отходит от норм, но в случае каких-либо отклонений все регулируется согласно всеобщим межотраслевым документом, содержащим нормы естественного и искусственного освещения предприятий, является СП 52.13330.2016 [44].

Эффективное решение проблемы компенсации отсутствия естественного освещения достигается за счет применения современных светодиодных осветительных систем. Но если имеется возможность создать проемы для обеспечения естественного освещения, ее нужно обязательно использовать.

Согласно СП 52.13330.2016 [44] недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать слепоту или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Согласно действующим Строительным нормам и правилам, а также СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10 [50] для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО) (таблица 4.2.4).

Таблица 4.2.4 – Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонтальная, В-вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_{п}$, %		КЕО $e_{п}$, %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
всего	от общего							
Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
Кабинеты информатики и вычислительной техники	Г-0,8 Экран дисплея: В-1	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

3) *Физические перегрузки организма, работающего;*

Полевой этап является наиболее тяжелым в плане физических нагрузок так, как работники постоянно производят буровые работы, которые заключаются в постоянной ходьбе, перетаскиванию тяжелых предметов и т.д. Что бы избежать физических перегрузок, нужно производить перерыв в работе.

Физические перегрузки (по ГОСТу «Опасные и вредные производственные факторы» [41]) или тяжесть труда определяются как вредные производственные факторы трудового процесса. Они могут быть с перемещением материалов и т.п. на расстояния.

При работе сотрудников камерального отдела за компьютерами вызывает статическую нагрузку, которая возникает от того, что человек находится в сидячем положении. Профилактика предусматривает исключение статической работы, изменение рабочей позы в процессе работы, проведение производственной гимнастики с рациональным комплексом физических упражнений и т.п. При проектировании рабочих мест необходимо стремиться к тому, чтобы рабочая поза была как можно ближе к естественной позе человека.

4) *Нервно-психические перегрузки:*

При камеральном этапе, работники подвергаются монотонной и напряженной работе, которая связана с изучением и анализом большого массива данных, которые

поступили с лаборатории и поля. Все это нужно выполнять в определенные сроки, что может вызвать эмоциональное перенапряжение из-за стресса.

Эмоциональные напряжения вызывают изменения функционального состояния центральной нервной системы. Данный фактор имеет место при работе по напряженному графику, риск для собственной жизни и здоровья (усугубляет ситуацию необходимость выполнения работ при дефиците времени).

Психофизиологические условия труда определяются также рабочей обстановкой, взаимоотношениями в трудовом коллективе, уровнем обслуживания, соответствием выполняемой работы способностям и склонностям работающего, общественной престижностью работы и т.п.

Организация комнат психологической разгрузки способствует снижению усталости и повышению производительности труда работающих, улучшает их настроение, что в конечном счете способствует сохранению их работоспособности и обеспечению охраны труда.

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

При инженерно-геологических изысканиях наносится вред окружающей среде, как и при прочих производственных видах деятельности человека, наносят вред геологической среде, что приводится в таблице 4.3.1.

Таблица 4.3.1 – Вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия при инженерно-геологических работах

Природные ресурсы, компоненты геологической среды	Вредные воздействия	Природоохранные мероприятия
Почва	Уничтожение и повреждение почвенного слоя	Рекультивация земель
	Загрязнение горюче смазочными материалами	Сооружение поддонов, отсыпка площадок для стоянки техники
	Загрязнение производственными отходами	Вывоз и захоронение отходов
Грунты	Нарушение состояния геологической среды	Ликвидационный тампонаж скважин, геомониторинг
	Нарушение физико-механических свойств горных пород	Мероприятия по укреплению грунтов (цементация, битуминизация, силикатизация)
Подземные воды	Загрязнение производственными сточными водами и мусором, нефтепродуктами, буровым раствором	Сооружение водоотводов, складирование или вывоз мусора, обезвреживание сточных вод

4.3.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

При проведении инженерно-геологических работ необходимо выполнение следующих правил и мероприятий по охране природы:

- Запрещается разведение костров в неположенных местах;
- Запрещается загрязнять участок проведения работ;
- Соблюдать правила пожарной безопасности;
- Установка маслосборников для устранения горюче-смазочных материалов;
- Ликвидация скважин методом послойной засыпки ствола, извлечение грунтом с послойной трамбовкой.

После завершения всех работ в поле, следует придерживаться выше перечисленных правил.

Так же на момент изысканий нужно находить загрязняющие вещества, которые опасны для здоровья людей в геологической среде. Потому нужно разрабатывать решения по их устранению, проводить обследование состояния верхнего слоя грунтов и приводить рекомендации по замене грунтов на отдельных участках территории.

Любой небольшой ущерб, который наносится окружающей среде приводит к значительным последствиям в будущем, которые сложно предсказать.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

На рабочем месте из возможных чрезвычайных ситуаций может возникнуть:

- 1) Пожар в здании.

Пожар - неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб, вызывающее несчастные случаи [41].

Причинами возникновения пожара может послужить неправильная эксплуатация оборудования (компьютеры, оргтехника), перепад напряжения, что приводит к электрическому замыканию, неисправность проводок.

- 2) Несчастный случай.

Причинами возникновения несчастных случаев могут служить множество факторов к примеру неаккуратность, торопливость и т.д., что приводит к переломам, порезам, ушибам и т.д.

4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

При пожаре в здании необходимо:

- Остановить работу оборудования и по возможности обесточить ее;
- Каждый работник должен строго соблюдать установленный противопожарный режим, уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения и знать порядок и пути эвакуации на случай пожара;
- Лица, не прошедшие первичный противопожарный инструктаж, к работе не допускаются;
- Сообщить о возгорании пожарным и ответственному руководителю;
- Оценить возможное распространение пожара, создающее угрозу для людей и пути возможной эвакуации;
- Приступить к ликвидации очага возгорания при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушитель, песок, кошма и т.д.);
- Чтобы избежать пожара, находясь на рабочем месте, необходимо строго соблюдать следующие правила пожарной безопасности:
- Курение в организации допускается в строго определенных местах, соответствующим образом оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения (на улице). Курить в зданиях категорически запрещено;
- Лица, нарушающие требования пожарной безопасности, привлекаются к административной ответственности;
- Каждый работник организации должен проверить: наличие и состояние первичных средств пожаротушения; противопожарное состояние электрооборудования; работоспособность системы вентиляции; исправность телефонной связи; состояние эвакуационных выходов, проходов;
- В случае возгорания немедленно сообщить руководителю, ответственному за пожарную безопасность. Для вызова городской пожарной команды звонить с городской АТС - 101, с сотовых - 112. Принять меры по ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей и имущества из помещения;

При несчастном случае необходимо:

- оказать пострадавшему первую медицинскую помощь;
- организовать его доставку в больницу (травм пункт);
- сообщить непосредственному начальству о происшедшем;

Рабочий персонал должен быть подготовлен к оказанию первой медицинской помощи и иметь все необходимое для ее оказания, согласно принятой на фирме инструкции по безопасности, чтобы избежать замешательства и трагических последствий.

Выводы по разделу «Социальная ответственность»

Полученная информация в ходе исследования социальной ответственности по теме выпускной квалификационной работы, показала, что соблюдение правил безопасности и мероприятий по устранению отрицательных последствий ведет к улучшению производства. Поэтому соблюдение данной информации улучшит работу производства и принесет положительный эффект.

Инженерно-геологическое районирование территории само по себе не оказывает влияния на здоровье человека и загрязнение экологии. Однако использованные данные для проведения расчетов являются результатом полевых и камеральных работ. Полевые работы оказывают прямое влияние на литосферу, экологию в целом и здоровье человека. Камеральные работы по большей части оказывают влияние на здоровье работника. Были изучены нормативные документы, которые регламентируют правила в части охраны труда, экологии и чрезвычайных ситуаций, что помогло в обосновании мероприятий по защите здоровья, экологии и предотвращению чрезвычайных ситуаций при выполнении комплекса работ при инженерно-геологическом районировании.

ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Ни один вид строительства не производится без изучения условий территории, на которой он планируется. Комплекс работ по изучению объекта строительства на предмет природных и техногенных качеств с составлением заключения о прогнозируемом взаимодействии окружающих факторов с объектом называется – инженерные изыскания. Одним из основных видов инженерных изыскания являются инженерно-геологические изыскания.

Но для проектирования видов и объемов работ в рамках инженерно-геологических изысканий необходима информация, которая позволит определить категорию сложности инженерно-геологических условий. Обычно данную информацию получают из материалов ранее проводившихся инженерных изысканий, собирают из открытых источников информации (карты, космоснимки) или накапливают в ходе более затратного рекогносцировочного обследования.

Инженерно-геологическое районирование — порайонное деление областей строительства на основе отличительных условий. В последнее время, с развитием ГИС (географическая информационная система) технологий, наблюдается тенденция в создании карт инженерно-геологического районирования разных типов, видов и масштабов. Составление карт крупного масштаба, в основном, производится в рамках проектирования объектов повешенного уровня ответственности. Создание данных карт среднего масштаба является, обычно, сопутствующим результатом при проектировании строительства на региональном уровне, а также в рамках научных исследований на основе ранее полученных материалов изысканий.

Моя работа посвящена оценке пригодности территории перспективного в дальнейшем развитии Богучанского района Красноярского края для строительного освоения. Данная оценка производится путем анализа влияния нескольких факторов (рельеф, геологические условия, гидрогеологические условия, влияние геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, тектоника). Ее результатом служат карты районирования территории по категориям сложности для каждого фактора в отдельности и в комплексе, которые могут быть использованы проектировщиками для определения концептов строительства, а также компаниями, занимающимися инженерными изысканиями для сокращения затрат, связанных с камеральным этапом.

5.1 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта.

5.1.1 Цели и результат проекта

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Устав научного проекта магистерской работы должен иметь цели и результат проекта. В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели и результат проекта в области ресурсосбережения представлены в таблице 5.1.1.1.

Таблица 5.1.1.1 – Цели и результат проекта в области ресурсосбережения

Цели проекта:	Сократить сроки выполнения проектных работ потребителей продукта.
Ожидаемые результаты проекта:	Экономия временных затрат при выполнении проектных и проектно-изыскательских работ.
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие результатов целям проекта.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Сокращение сроков выполнения проектных работ на 5%
	Повышение рентабельности проектно-изыскательских работ на 5%

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Это могут быть заказчики, спонсоры, общественность и т.п.

Целевая аудитория результата научно-технического исследования представлена юридическими лицами Богучанского района Красноярского края, ведущими свою деятельность в сферах добычи полезных ископаемых, строительства, а также в проектно-изыскательском сопровождении этих видов деятельности (табл. 5.1.1.2).

Таблица 5.1.1.2 – «Портрет» потребителя НТИ

Параметры	Краткое описание
Организационно-правовая форма	Юридические лица
Географическое местоположение	Богучанский район, Красноярский край
Отрасль экономики	Строительство; геология и разведка недр, геодезическая и гидрометеорологическая службы; нефтегазовая промышленность; инженерные изыскания
Вид деятельности	Добыча полезных ископаемых; архитектурно-строительное проектирование; инженерно-геологические изыскания

Пользователями данного решения являются инженеры-геологи, выполняющие проектирование объемов и видов инженерно-геологических изысканий (ИГИ), камеральную обработку и составление отчета по инженерно-геологическим изысканиям. Так же возможными пользователями могут быть инженеры-проектировщики, маркшейдеры по добыче полезных ископаемых (таблица 5.1.1.3).

Таблица 5.1.1.3 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инженеры-геологи изыскательских организаций	Получение параметров природной среды для определения категории сложности инженерно-геологических условий для проектирования объемов и видов ИГИ
Инженеры-проектировщики	Своевременное получение параметров природной среды для принятия проектных решений на предпроектной стадии
Специалисты маркшейдерской службы предприятий	Своевременное получение параметров природной среды при принятии решений для безопасной эксплуатации объектов

5.1.2 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Выявим соответствие сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. По полученным результатам составим итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 5.1.2.1).

Таблица 5.1.2.2 – SWOT-анализ

	<i>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</i>	<i>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</i>
	С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность	Сл1. Необходимость наработки клиентской базы
	С2. Более низкая стоимость по сравнению с конкурентными предложениями	Сл2. Снижение надежности за счет комплексности
	С3. Удобство в эксплуатации	Сл3. Необходимость приобретения специального программного обеспечения
	С4. Конкурентоспособность	Сл4. Необходимость дополнительного обучения сотрудников
<i>Возможности:</i>	V1V2C1, V1B2V3C3C4, V1B3C2	V1B3Cл1, V2B3Cл3, V4Cл4
V1. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций	Рост клиентской базы, увеличение заказов, скорости их обработки и, как следствие увеличение прибыли.	Невысокая скорость роста клиентской базы. Достаточно крупные начальные затраты.
V2. Сокращение сроков проектирования	Монополизация части рынка, работа с крупными проектными и проектно-изыскательскими компаниями.	Необходимость проведения компании по привлечению и обучению молодых специалистов.
V3. Благоприятная ситуация на рынке (не занятость ниши)		
V4. Использование возможности по привлечению молодых специалистов		
<i>Угрозы:</i>	УЗС2	У2Сл3
У1. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности (запрещение их совмещения)	Возможная потеря части прибыли вследствие усиления конкуренции, но с возможностью большего закрепления на рынке.	Увеличение себестоимости из-за увеличения статьи затрат на закупку дорогостоящего программного обеспечения.
У2. Повышение стоимости специального программного обеспечения		
У3. Снижение стоимости в связи с усилением конкуренции в перспективе		
У4. Увеличение налоговой нагрузки и отчислений в фонды		

5.1.3 Организационная структура проекта

Состав рабочей группы и роль каждого участника представим в табличной форме (табл. 5.1.3.1).

Таблица 5.1.3.1 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
	Строкова Л.А., ТПУ, ИШПР, доктор г.-м.н.	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта, координирует деятельность участников проекта	30
	Маланина В.А., ТПУ, ОСГН ШБИП, доцент	Эксперт проекта	Консультация по вопросам ресурсоэффективности и ресурсосбережения при реализации проекта	10
	Скачкова Л.А., ТПУ, ИГПД ИК, ст. преподаватель	Эксперт проекта	Консультация по вопросам охраны труда и экологической безопасности при реализации проекта	10
	Ковалев А.А., магистрант	Исполнитель по проекту	Реализация проекта	450

5.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представлен в виде таблицы (табл. 5.2.1).

Таблица 5.2.1 - Календарный план проекта в рабочих днях

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составление технического задания	4	1.03.2020	5.03.2020	Строкова Л.А., Ковалев А.А.
2	Изучение литературы	13	6.03.2020	12.03.2020	Ковалев А.А.
3	Выбор направления исследования	4	13.03.2020	19.03.2020	Ковалев А.А., Строкова Л.А.
4	Начало исследования, изучение рельефа, написание статьи	19	20.03.2020	8.04.2020	Ковалев А.А.
5	Исследование геологических условий	7	9.04.2020	16.04.2020	Ковалев А.А.

Продолжение таблицы 5.2.1

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
6	Исследование гидрогеологических условий	5	17.04.2020	23.04.2020	Ковалев А.А.
7	Исследование тектоники	3	24.04.2020	27.04.2020	Ковалев А.А.
8	Исследование геологических и инженерно-геологических процессов и явлений	3	25.04.2020	28.04.2020	Ковалев А.А.
9	Обработка полученных данных, построение итоговой карты	2	29.05.2020	1.05.2020	Ковалев А.А.
10	Работа над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	12	2.05.2020	11.05.2020	Ковалев А.А., Маланина В.А.
11	Обсуждение результатов и выводов по работе (предзащита)	1	12.05.2020	12.05.2020	Ковалев А.А., Строкова Л.А., Савичев О.Г., Пасечник Е.Ю., Кузеванов К.И.
12	Работа над разделом «Социальная ответственность»	7	13.05.2020	20.05.2020	Ковалев А.А., Скачкова Л.А.
13	Подготовка литературного обзора, Теоретической и практической части работы	10	21.05.2020	31.05.2020	Ковалев А.А., Строкова Л.А.
Итого:		91	1.03.2020	31.05.2020	

Диаграмма Ганта - это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 5.2.2).

Таблица 5.2.2 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работ	Исполнители	Т к, кал., дн.	Продолжительность выполнения работ										
				март			апрель			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление технического задания	Руководитель	4	▨										
2	Изучение литературы	Инженер	13	■										
3	Выбор направления исследования	Руководитель, инженер	4		▨									
4	Начало исследования, изучение рельефа, написание статьи	Инженер	19			■	■	■						
5	Исследование геологических условий	Инженер	7					■	■					
6	Исследование гидрогеологических условий	Инженер	5						■	■				
7	Исследование тектоники	Инженер	3							■				
8	Исследование геологических и инженерно-геологических процессов и явлений	Инженер	3							■	■			
9	Обработка полученных данных, построение итоговой карты	Инженер	2								■			
10	Работа над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение»	Инженер	12								■	■	■	
11	Обсуждение результатов и выводов по работе (предзащита)	Руководитель, инженер	1										▨	
12	Работа над разделом «Социальная ответственность»	Инженер	7										■	
13	Подготовка литературного обзора, Теоретической и практической части работы	Инженер	10											■

5.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

Сырье и материалы

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, необходимых для выполнения работы. Данные сведены в таблицу 5.3.2.

Таблица 5.3.1 - Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Краска для принтера	-	1	500	500,00
Бумага для принтера	формат А4, пачка	2	350	700,00
Карандаш		4	50	200,00
Всего за материалы				1400,00
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				70,00
<i>Итого по статье</i>				1470,00

Специальное оборудование для выполнения работ

В данную статью включаются все затраты, связанные с приобретением оборудования (устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Для выполнения проекта специальной закупки оборудования не проводилось, поэтому стоимость оборудования, используемого при выполнении работы и имеющегося в организации, учитывается в виде амортизационных отчислений.

Расчет амортизационных отчислений проводился по линейному способу:

$$A = C / \text{СПИ} / 12/30$$

где А – сумма амортизации за день;

С — первоначальная или восстановительная (в случае проведения переоценки) стоимость объекта ОС;

СПИ – срок полезного использования объекта ОС в годах.

Сведения по данной статье представлены в таблице 5.3.2.

Таблица 5.3.2 – Специальное оборудование для выполнения работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Первоначальная стоимость оборудования С, руб.	Срок полезного использования оборудования (СПИ), год	Кол-во дней использования, дн.	Общая стоимость (амортизация), руб.
Компьютер	1	60 000	5	91	3 033,33
Программное обеспечение AutoCAD	1	34 000	3	13	409,26
Программное обеспечение ArcGis	1	271 200	3	49	12 304,44
Итого					15 747,04

Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда).

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (8)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата;

$Z_{доп}$ - дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (9)$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 5.2.2);

$Z_{дн}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{E_{д}}, \quad (10)$$

где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл.5.3.3).

Таблица 5.3.3 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (11)$$

где Z_b - базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ - премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d - коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях - за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p - районный коэффициент, равный 1,3 (для Гомска).

Таким образом, основная заработная плата для:

1. Руководителя:

$$Z_{дн} = \frac{37410 \cdot 10,4}{251} = 1550 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = 1550 \cdot 9 = 13950 \text{ руб.}$$

2. Исполнителя:

$$Z_{дн} = \frac{16463 \cdot 10,4}{251} = 682,1 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{осн}} = 682,1 \cdot 91 = 62071,1 \text{ руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 5.3.4.

Таблица 5.3.4 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	28777	-	-	1,3	37410	1550	9	13950
Инженер	12664	-	-	1,3	16463	682,1	91	62071,1

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем - 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

1. Руководитель: $13950 \cdot 0,1 = 1395$ руб.
2. Исполнитель: $62071,1 \cdot 0,1 = 6207,1$ руб.

В табл. 5.3.5 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.3.5 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	13950	62071,1
Дополнительная зарплата	1395	6207,1
Зарплата исполнителя	15345	68 278,2
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	83 623,2	

Отчисления во внебюджетные фонды

Тарифы страховых взносов 2019 года разделены на несколько категорий:

- по пенсионному страхованию;
- отчисления, направляемые на медицинское страхование в рамках ОМС;
- взносы на социальное страховое обеспечение на случай заболеваний и материнства;
- средства, направляемые в ФСС, формирующие фонд возмещения при возникновении несчастного случая на производстве или профзаболеваний («травматизм»).

Первые три вида взносов регулируются положениями Налогового Кодекса Российской Федерации (глава 34) [51]. Взносы по «травматизму» регламентируются нормами Закона от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ, при этом тарифы по страхованию от несчастных случаев ежегодно пересматриваются и утверждаются отдельным законом. На период с 2018 по 2020 годы ставки этого вида взносов остались неизменными (закон от 31.12.2017 г. № 484-ФЗ).

Законом от 03.08.2018 г. № 303-ФЗ [52] внесены поправки в НК РФ, касающиеся страховых взносов. Размеры страховых взносов представим в таблице 5.3.6.

Таблица 5.3.6 – Размер страховых отчислений во внебюджетные фонды

<i>Тип страховых взносов</i>	<i>Ставка в процентах</i>
ПФР	22
ФСС (ставка 2019) на случай болезни и материнства	2,9
ФФОМС (ставка 2019)	5,1
ФСС на «травматизм»	0,2
Итого:	30,2

Таким образом, общий размер страховых отчислений во внебюджетные фонды составляет 30,2%.

$$C_{\text{внеб}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,302 = 83623,2 \cdot 0,302 = 25\,254,21 \text{ руб.}$$

Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление, хозяйственное обслуживание, ремонт оборудования, аренду помещений и т.д. Обычно накладные расходы для научных проектов составляют примерно 15-20% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по рассматриваемой теме. В данном случае накладные приняты в размере 16% и составляют $83623,2 \text{ руб.} \cdot 0,16 = 13\,379,7$ рублей.

Капиталовложения по видам работ

Для определения капиталовложений по видам работ внесем полученные данные в таблицу 5.3.7.

Таблица 5.3.7 – Объемы капиталовложений по видам работ

№ п/п	Статья затрат	Затраты, руб.
1	Сырье, материалы	1 470,00
2	Специальное оборудование для выполнения работ (амортизация), руб.	15 747,04
3	Основная заработная плата, руб.	83 623,2
4	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%), руб.	25 254,21
5	Накладные расходы (16% от п. 3), руб.	13 379,7
6	Итого капиталовложений, руб.	139 474,15

5.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по рискам представим в виде таблицы 5.4.1.

Таблица 5.4.1 – Реестр рисков

<i>Риск</i>	<i>Потенциальное воздействие</i>	<i>Вер-ть наступления (1-5)</i>	<i>Вли-е риска (1-5)</i>	<i>Уровень риска</i>	<i>Способы смягчения</i>	<i>Условия наступления</i>
Изменение законодательства в части технических требований к результату работ	Временная потеря заказов	3	4	средний	Мониторинг изменений в законодательстве	Принятие нового технического регламента
Повышение стоимости специализированного программного обеспечения	Незапланированные издержки	4	3	средний	Формирование финансовых резервов. Заключение договора с банком о льготном кредитовании	Повышение стоимости ПО в одностороннем порядке
«Текучка» кадров	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	5	высокий	Разработка программы профессионального роста. Поддержка молодых специалистов	Низкая заработная плата. Отсутствие перспектив в проф. развитии
Снижение цены продукции из-за роста конкуренции	Снижение рентабельности, прибыли	4	5	высокий	Проведение маркетинговых исследований. Программа лояльности к постоянным клиентам	Увеличение количества фирм-конкурентов. Снижение рыночной цены продукции
Наложение одних объектов на другие при планировании работ	Срыв сроков выполнения работ. Снижение качества результата работ	4	4	высокий	Система планирования работ, мониторинг контрольных точек проектов. Система стимулирования сотрудников за досрочное выполнение работ	Большой объем заказов
Разрыв платежного баланса	Временная неплатежеспособность	5	5	высокий	Заключение договора с банком о льготном кредитовании, об оплате векселями	Выполнение работ без аванса с расчетом после активирования. Длительность выполнения работ

Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Раздел был разработан с использованием методического пособия [53]. В рамках разработки устава проекта были сформулированы цели, результат, область применения проекта. Был составлен «портрет» потребителя НТИ, выполнено сегментирование рынка, выполнены SWOT-анализ.

При работе над планированием были определены этапы работ, их трудоемкость, разработан график Ганта. Продолжительность работ по получению исходных данных, проведения их анализа и построению карт оценки по факторам займет 3 месяца (91 день) с марта до конца мая.

В экономическом отношении были определены затраты на проектирование. Сметная стоимость без учетов налогов составит **139 474,15** рублей.

В заключении раздела был составлен реестр рисков и выработаны способы их смягчения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нижнее Приангарье является районом, где сосредоточены крупные месторождения полезных ископаемых. Территория богата углеводородным сырьем: углем, нефтью, газом. В районе имеются большие лесные ресурсы, включающие высокоценные хвойные породы деревьев. До недавнего времени использование потенциала Приангарья происходило всего на 15—20 %. Но федеральный проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья», включающий в себя строительство дорог, жилья, социальных объектов, крупных предприятий, закладывает перспективу дальнейшего развития региона.

В связи с этим, для будущего проектирования и строительства инфраструктуры региона у проектных и инженерно-изыскательских организаций может возникнуть потребность в картах инженерно-геологического районирования, которые могли бы существенно уменьшить объем полевых работ и, как следствие, снизить стоимость инженерно-геологических изысканий.

В ходе настоящей работы был выполнен сбор, систематизация и анализ имеющихся геологических, гидрогеологических сведений, а также материалов инженерных изысканий приуроченных к исследуемому району.

Опираясь на нормативную документацию, разработанную для строительной отрасли, а также, на современный научный опыт в направлении инженерно-геологического районирования, была разработана методика оценочного инженерно-геологического районирования.

Согласно данной методике были выявлены факторы природной среды, характеризующие степень пригодности территории для строительного освоения. Был проведен анализ имеющихся данных по каждому выявленному фактору и выбраны показатели для их оценки. На основе разработанных градаций оценки, были построены карты районирования по сложности инженерно-геологических условий для каждого фактора (Приложения Б-Е).

Была произведена оценка общего влияния факторов и построена итоговая *Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения* (Приложение Ж). Полученный в ходе выполнения данной работы комплект карт районирования (1) *Карта уклонов*; 2) *Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтового основания*; 3) *Карта сложности гидрогеологических условий*; 4) *Карта удаленности от разломов*; 5) *Карта распространенности геологических/инженерно-геологических процессов и явлений*; 6) *Карта инженерно-геологического районирования по*

пригодности территории для строительного освоения), успешно прошел верификационную проверку. Данная проверка проводилась на основании прошедших государственную экспертизу отчетов по инженерным изысканиям в п. Таежный. Все разработанные карты рекомендуются к использованию изыскательскими и проектными организациями, проводящими свою деятельность на территории Богучанского района Красноярского края.

В ходе работы был разработан раздел «Социальная ответственность», который включал разработку правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности производственного процесса (создания инженерно-геологической карты). Были проработаны разделы производственной, экологической безопасности, а также безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Был разработан раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», в рамках которого была произведена оценка коммерческого потенциала, перспективности создания карт инженерно-геологического районирования, планирование и формирование бюджета проекта, а также определение его эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Фондовые материалы инженерно-геологических изысканий ООО «ИНГЕО» – Иркутск, 2016. – 245 с.
- 2 Кириченко В. Т., Зуев В. К., Перфилова О. Ю., Сосновская О. В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист О-47 – Братск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012 – 470 с.
- 3 Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист 0-46,(47). — Москва: ВСЕГЕИ,, 1978. – 167 с.
- 4 Березий А.Е, Крусь З.И, Софьина А.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000 (первое поколение). Серия Ангаро-Ленская. Лист 0-47- XIV. Объяснительная записка. – Москва: ВСЕГЕИ, 1976. – 82 с.
- 5 Трофимов В. Т., Красилова Н. С. Инженерно-геологические карты: учебное пособие. — Инженерно-геологические карты М., КДУ, 2014. — 384 с.
- 6 Трофимов В. Т., Красилова Н. С. Обеспеченность методическими материалами работ по составлению инженерно-геологических карт разного типа и масштаба // Новые типы инженерно-геологических и эколого-геологических карт. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 10–13
- 7 Голодковская Г. А., Елисеев Ю. Б. Геологическая среда промышленных регионов. М.: Недра, 1989. 220 с.
- 8 Гарагуля Л. С., Пармузин С. Ю. Методика оценки мерзлотной обстановки для ранних стадий проектирования наземных сооружений // Инженерная геология, 1982. № 4. С. 98–107
- 9 Методические указания по составлению инженерно-геологических карт масштабов 1:25 000 и 1:50 000 (для наземного строительства с неглубоким заложением сооружения). ВСЕГИНГЕО, МГУ. М., 1966. 43 с.
- 10 Опыт и методика изучения гидрогеологических и инженерно-геологических условий крупных водохранилищ (Альбом карт и разрезов). Мин-во геологии и охраны недр СССР, Всесоюз. гидрогеол. трест, Мин-во высш. образ. СССР / Под ред. Г. С. Золотарева, Д. С. Соколова, Е. Г. Чаповского. Изд-во МГУ, 1959–1961. Ч. 1–3.
- 11 Ревзон А. Л. Картографирование состояний геотехнических систем. М.: Недра, 1992. 223 с.
- 12 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2).
- 13 Рященко Т.Г. Литогенез и инженерно-геологическая оценка четвертичных отложений (Восточная Сибирь). Новосибирск: Наука, 1984. 164 с.
- 14 Тржцинский Ю. Б. Эволюция инженерно-геологических условий в зонах влияния водохранилищ Ангаро-Енисейского каскада ГЭС : автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.08. – Иркутск: 1994. – 48 с.
- 15 Кусковский В. С. Эколого-гидрогеологические особенности водохранилищ Енисейского каскада ГЭС // Сибирский экологический журнал. – 2000. – № 2. – с 215.
- 16 Козырева Е. А. Опасные инженерно-геологические процессы в зоне влияния Байкало-Ангарской гидротехнической системы // ГЕОРИСК. – 2012. – № 3. – с. 38-47
- 17 Козырева Е. А., Бабичева В. А., Мазаева О. А. Трансформация геологической среды в зоне влияния водохранилищ Ангарского каскада ГЭС //

18 СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.

19 U.S. Geological Survey. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. – Загл. с экрана.

20 Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. М.: Изд-во МГУ. 1952. – 372 с.

21 Спиридонов А. И. Геоморфологическое картирование. – М.: Недра, 1975. – 356 с.

22 Гудымович С.С. Геоморфология и четвертичная геология: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 202 с.

23 СП 283.1325800.2016 Объекты строительные повышенной ответственности. Правила сейсмического микрорайонирования.

24 Осипов С. В. Шкалы уклонов земной поверхности и способы их разработки // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. – 2016. – № 3. – с. 45-50

25 Справка ArcGIS Desktop [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap.htm>. – Загл. с экрана.

26 Пендин В. В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130302 - "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания" направления подготовки 130300 - "Прикладная геология". - Москва : КДУ, 2009. - 349 с.

27 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

28 СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменением N 1).

29 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81.

30 Методические указания по оценке влияния разрывных нарушений на полноту выемки угля на сильно нарушенных месторождениях. Ленинград., 1975. – 68 с.

31 Лунина О. В. Формализованная оценка степени активности разломов в плиоцен-четвертичное время (на примере Байкальской рифтовой зоны) // Геология и геофизика. – 2010. – № 4. – с. 525-539

32 Ребецкий Ю.Л., Кузиков С.И. Тектонофизическое районирование активных разломов Северного Тянь-Шаня // Russian Geology and Geophysics. – 2016. – № 57(6). – с.1225-1250

33 Нгуен Ч.К., Фоменко И.К., Пендин В.В., Нгуен К.Т. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ЛАОКАЙ, ВЬЕТНАМ) // Геоинформатика. – 2017. – № 2. – с. 53-66

34 Ружич В.В. Зависимость между параметрами разрывных нарушений и их практическое применение // Механизмы формирования тектонических структур Восточной Сибири. – 1977, – с. 41-48

- 35 Шерман С.И., Борняков С.А., Буддо В.Ю. Рекомендации по оценке ширины зон приразломных структурных изменений (по результатам физического моделирования). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 1985. – 42 с.
- 36 Шерман С.И., Савитский В.А. Активные разломы литосферы и их потенциальная природная опасность: опыт ранжирования по количественному индексу сейсмичности // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – 2005. – № 3. – с. 16-27
- 37 Методическое руководство по инженерно-геологической съемке масштаба 1:200000 (1:100000-1:500000). Москва: Недра, 1978. - 391 с.
- 38 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
- 39 ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 40 ГОСТ 22269-76 Система "Человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
- 41 ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 42 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 43 РД 52.88.699-2008 Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений.
- 44 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- 45 ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
- 46 СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
- 47 ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 48 ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
- 49 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
- 50 СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Изменения и дополнения N 1 к СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.
- 51 Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) (с изменениями на 21 мая 2020 года).
- 52 Федеральный закон "О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации о налогах и сборах" от 03.08.2018 N 303-ФЗ (последняя редакция)
- 53 Бойцова Е.Л., Ворошилов Ф.А., Меньшикова Е.В. Томский политехнический университет. Техничко-экономическое обоснование проектирования цеха химического производства: учебное пособие / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 85 с.

54 Dearman, W.R., Matula, M. Environmental aspects of engineering geological mapping // *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*. – 1976. – № 13. – pp 141–146

55 Kozlyakova I., Mironov O., Eremina O. Engineering Geological Zoning of Moscow by the Conditions for Subsurface Construction // *Engineering Geology for Society and Territory*. – 2015. – № 5. – pp 923-926

56 Zhi Yang, Wenping Li, Yabing Pei, Wei Qiao, Yanli Wu. Classification of the type of eco-geological environment of a coal mine district: A case study of an ecologically fragile region in Western China // *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – № 174. – pp 1513-1526

57 ONDRASIK, R., MATYS, M., VISKUP J. Engineering geological zoning and seismic microzoning // *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*. – 1992. – № 46. – pp 89–91

58 Perrone G., Gaeta A.R., Tiranti D., Cadoppi P., Fioraso G. Ground Zoning Map of the Piedmont Region (NW Italy): Methodology and Preliminary Results // *Engineering Geology for Society and Territory*. – 2015. – № 5. – pp 1065-1069

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ENGINEERING GEOLOGICAL ZONING

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ81	Ковалев Артем Андреевич		

Руководитель ВКР Отделения геологии ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Строкова Людмила Александровна	Доктор геолого- минералогических наук		

Консультант-лингвист Отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Людмила Михайловна	Кандидат филологических наук		

The provision of detailed quantitative and qualitative engineering geological data to engineers and architects for the effective design, construction and maintenance of engineering structures and land-use is purpose of engineering geology. Importance in this direction is appraisal of all factors of the engineering geological environment whose influence might hinder the completion of a project successfully. Also need to consider the impact, which the completed structure and construction processes might have on the natural environment. The main task is to ensure harmonious a relationship as possible between the natural environment on the one hand and the engineering structures on the other.

The difference of an engineering geological map, from a conventional geological map, is consists in a more convenient display of the natural environment for use in engineering purposes. It consists in a displaying of aspects are the more complex geological environment, which are important for design.

Basic principles for creating engineering geological maps

Requirements for engineering geological map:

1. Information on the map should be presented simply, for easy understanding by specialists who are not geologists.
2. The map should show the objective information that can be used to assess the engineering geological conditions. For example, this assessment may be required for design, construction, or planning purposes.
3. Information on the map should provide a forecast of changes in the engineering geological environment, which may be caused by engineering activities.

Engineering geological maps usually include information on the assessment of actual data obtained from geomorphological, hydrogeological and geological maps, but the difference is in the engineering geology orientation of these data. Disadvantages of traditional geological maps for engineering purposes are that these maps usually group rocks based on the principle of uniformity of origin or age, but not on technical properties. Another important drawback of geological maps is the lack of information about groundwater conditions, discontinuities, the state of weathering and quantitative rock properties. However, this is not all the disadvantages of geological maps.

The basic information that need to be shown on engineering geological maps are:

1. Information about soil and rock properties.
2. Hydrogeological conditions.
3. Geomorphological conditions.

4. Information about geological and engineering-geological processes and phenomena.

Municipal authorities must have such maps in order to plan the economic and social development of their region.

Classification of engineering geological maps

There are differences in the approach to classification of engineering geological maps in different countries. There are classifications of engineering geological maps depending on their purpose, content, and scale. According to purpose, there are multipurpose and special purpose engineering geological maps.

Multi-purpose maps contain engineering and geological information necessary to justify various types of engineering and economic development of the territory.

Special geotechnical maps show individual geotechnical characteristics (landslide maps) or provide information for a specific purpose (for example, geotechnical maps for open-pit mining, industrial and civil construction, etc.).

Depending on the content, there are separate (analytical) and comprehensive (synthetic) engineering geological maps.

Individual engineering-geological components are shown and evaluated on analytical maps. Their content is usually reflected in the name card, such as card fracture of rocks, map the extent of weathering that the rock strength etc.

The comprehensive maps are divided into maps of engineering-geological conditions, which reflect all the engineering-geological elements of the territory as a natural geological system, and maps of engineering-geological zoning, which distinguish territories based on the generality of their engineering-geological conditions.

By scale, engineering geological maps are divided into:

1. Large-scale: 1:10 000 and larger.
2. Medium-scale: smaller than 1:10 000 and larger than 1:100 000.
3. Small-scale: 1:100 000 and smaller.

Engineering geological information can be represented on a single map of engineering geological conditions, or separate maps that reveal the factors of geology, hydrogeology, geomorphology, and geodynamics separately. Another option would be the engineering geological zoning. It is comfortable approach for planners, because each zone would represent region in which the engineering geological conditions strive for homogeneous. For creating a

general purpose zoning map, all factors of the geological environment are taken into account.

These maps are divided into the following map units:

1. Regions, based on uniformity of individual geotectonic structural elements.
2. Areas, based on uniformity of individual regional geomorphological units.
3. Zones, which represent homogeneity in terms of lithology and the structural arrangement of lithofacial complexes of rocks and soils.
4. Districts, in which hydrogeological conditions and geodynamic phenomena are uniform.

Division into the above taxonomic units varies dependent on the scale of the map. Natural regions and territories would be recognized on small-scale maps. Zones and districts would be delimited on large-scale maps. When a structure of the first level of responsibility designing, zoning is performed in more detail and is based on the specifics of a particular structure. Maps prepared for such schemes should be large-scale and should show zones with homogeneous conditions of all significant engineering geological factors.

The zoning maps are easier to use by planners and other experts not associated with the Geology than the conventional geological maps. The use of engineering and geological zoning maps not only facilitates the work of designers, but also can significantly reduce economic costs at the stage of Desk work. [54]

Due to the presence of large unexplored, in geological terms, territories, and the course for their development, engineering and geological zoning, as a direction originated in the former Soviet Union. Therefore, at the moment, it is the Russian scientific works [55] on this topic that are most developed. In connection with the rapid industrial development and the need for engineering and geological land development, Chinese scientists are also actively working on this topic [56]. The works of Czech [57] and Italian [58] scientists will also be considered.

Moscow specialists have developed a method for drawing up a zoning map for underground construction purposes. [55]

This work was carried out at the stage of justification of the master plan for integrated use of the subsurface. This zoning was carried out with the allocation of areas suitable to varying degrees for the design of underground structures. Maps based on this zoning are General overview maps and are primarily used for economic justification of investments in the construction of underground structures. The zoning map of Moscow for underground construction purposes is drawn up on a scale of 1:100,000.

Based on the methodology, the depth of soil and rock horizons, as well as the thickness of the Jurassic clay horizon, directly affects the suitability of the territory for underground construction (Table 1).

Table 1 Legend to the zoning map of Moscow for underground construction purposes

Category	Specific features of occurrence of the main stratigraphic complexes	Specifics of subsurface development
Favorable	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks occur at a depth less than 10 m	Jurassic and Carboniferous rocks are the basement and enclosing environment for most of subsurface engineering structures
	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks are overlain by the massif of mid- and upper Jurassic clay of more than 10 m thick, with their roof occurring at a depth less than 40 m	
Conventionally favorable	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks are overlain by the massif of mid- and upper Jurassic clay of more than 10 m thick, with their roof occurring deeper than 40 m	Jurassic and Carboniferous rocks may be a basement or an enclosing medium only for deep subsurface engineering structures
	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks occur at a depth of 10–40 m and are overlain by the massif of mid- and upper Jurassic clay of 5–10 m thick	Jurassic deposits may serve as the basement for engineering structures constructed by the open pit method. Geological structure of massif may vary substantially along tunnel routes.
Unfavorable	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks occur deeper than 40 m and are overlain by the massif of mid- and upper Jurassic clay of less than 10 m thick	For most engineering facilities constructed by the open-pit method only Quaternary clayey-sandy deposits may serve as the basement or enclosing medium.
	Carboniferous terrigenous-carbonate rocks occur at a depth 10–40 m under the Quaternary clayey-sandy deposits or under the horizons of mid- and upper Jurassic clay of less than 5 m thick.	The basement and enclosing medium varies substantially within the construction site or along the constructed facility route. Only Quaternary deposits may be often used as the basement.

Territories were considered favorable for the construction of underground structures if the Jurassic and Carboniferous deposits serve as a foundation and enclosing medium for them.

Territories were considered conventionally favorable for the construction of underground structures if the Jurassic and Carboniferous deposits serve as a foundation and enclosing medium only for deep underground structures. At the same time Jurassic clay serve as the foundation for engineering structures built not deep. Therefore, within these areas the geological structure along the line of underground structures may be different.

Territories were considered unfavorable for the construction of underground structures if only the sandy-clayey strata of Quaternary age serve as a foundation and enclosing medium for the construction of shallow underground structures. In these areas, the geological conditions can change significantly even within a single construction site.

When zoning the territory of the city of Moscow for the purpose of underground construction, vertical zoning was carried out, on the basis of which an assessment of the nature of occurrence of Carboniferous and Jurassic deposits (Fig.1).

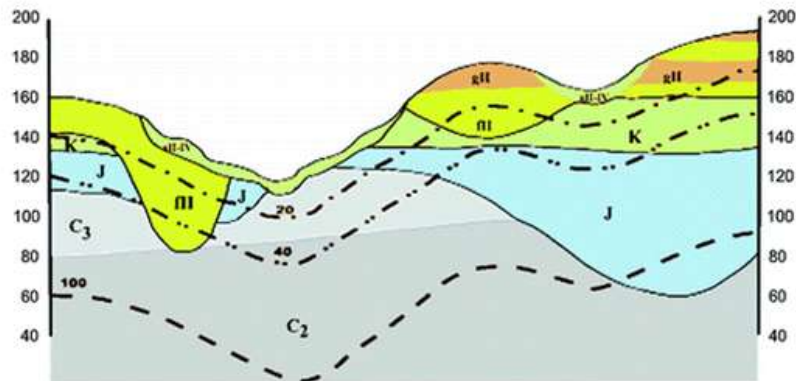


Fig. 1 Schematic structure of Moscow subsurface. Designations:

C_2 —mid-Carboniferous limestone; C_3 —upper Carboniferous limestone and clay; J —Jurassic mainly clayey deposits, K —Cretaceous sand, fl —midQuaternary fluvioglacial sand, gl —midQuaternary glacial loam, $all-IV$ —midQuaternary and modern alluvial sand. 100—level of subsurface development

Vertical zoning conducted on the territory of Moscow distinguishes three basic levels: 10, 20 and 40 m.

On the first level, which includes a thickness of 10 m from the ground surface, there are building foundations, utility networks, underground Parking, underground passages and other small structures. At this level construction of underground structures is usually performed by an open pit method.

On the second level, located at a depth of 10 to 20 m, there are foundations of large structures, deep engineering networks, sections of tunnels of shallow metro lines, tunnels of highways.

On the third level, located at a depth of 20 to 40 m, there are foundations of individual unique structures, deep metro lines and highway tunnels.

The zoning the territory of Moscow for underground construction purposes are based on:

- The analysis of vertical zoning data with the selection of levels that differ from each other by certain parameters;
- Selection of soils and rocks that have a high load-bearing capacity and are suitable for safe underground construction;
- Building a 3D model that displays all geocological conditions;
- Construction of auxiliary maps showing the distribution of selected soil-rock complexes at different depths, depending on the accepted principles of underground zoning;
- Development of criteria for assessing the territory's favorability for underground construction purposes.

A map of the zoning of the territory of Moscow for the purpose of underground construction based on a 3D model of urban geocology, was compiled. This map was created by

overlying each other the map of the depth of Carboniferous terrigenous-carbonate rock roof, the map of the depth of Jurassic clay roof; and the map of Jurassic clay thickness. This map is recommended for use at the stage of selecting construction sites for underground structures to select optimal conditions for the development of the project. This will help ensure the safety of both the planned and existing structures, as well as reduce economic costs.

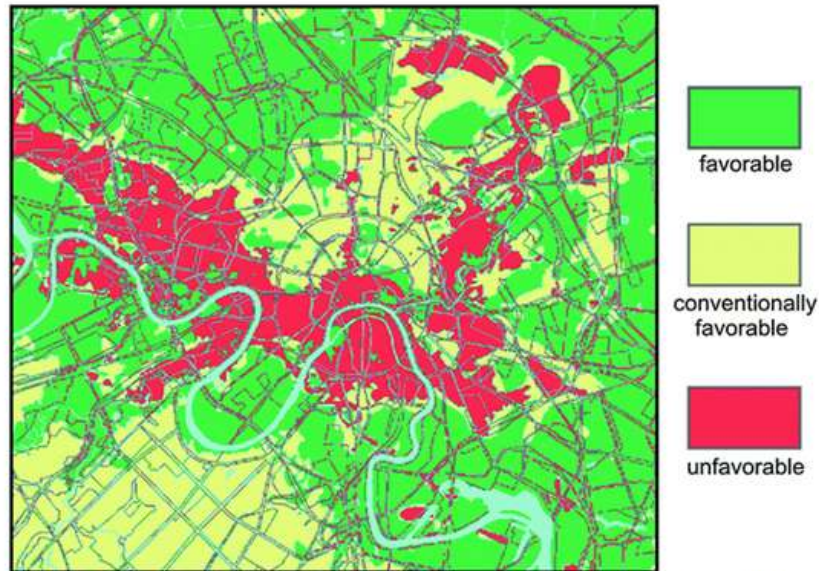


Fig. 2 The fragment of the map of Moscow territory zoning by the conditions of subsurface development

Overall, many scholars have extensively studied the ecogeological environment quality evaluation and impacts on an ecological environment. However, research on the type classification of the eco-geological environment is lacking. The aim of study Chinese scientists was to provide a reference for the sustainable production of coal resources and protection of the eco-geological environment in arid and semi-arid areas [56]. To this end, the authors classified the ecogeological environment into various types by combining different features of the eco-geological environment features and using the Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process (FDAHP) and Weighted Fuzzy C-means clustering (WFCM) algorithm methods based on ArcGIS and MATLAB. The Shennan coal mine district in Northern Shaanxi was taken as the study site.

The eco-geological environment is related to many factors, and the most relevant factors should be taken into consideration during the type classification. Considering the accuracy and scientific validity of information acquisition, six factors were selected: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), surface elevation, terrain slope, surface lithology, geomorphic type, and hydrographic net.

There is a large difference between vegetation coverage and vegetation types in different eco-geological environments. Therefore, NDVI is one of the most important factors affecting the classification of the eco-geological environment type (Fig. 3).

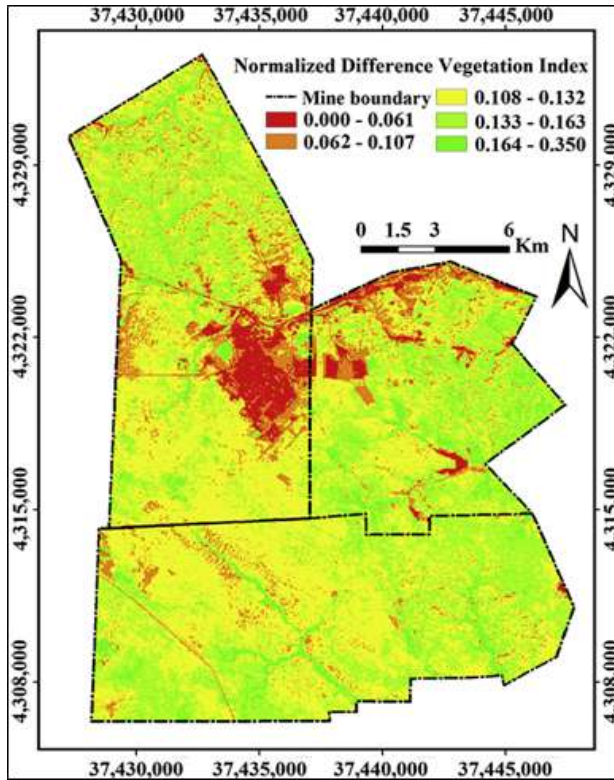


Fig. 3 Normalized Difference Vegetation Index of the Shennan coal mine district.

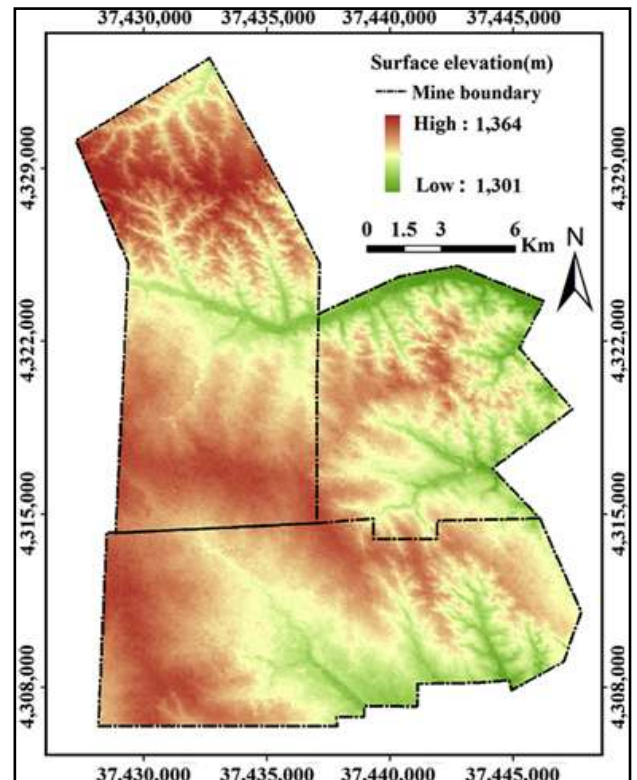


Fig. 4 Surface elevation map of the Shennan coal mine district.

The elevation is an important factor affecting the ecological geological environment. Based on the accuracy of 30 m digital elevation model (DEM) data, the spatial analysis function of ArcGIS10.5 (Esri, US) was used to extract the elevation of the study area (Fig. 4).

As an important terrain parameter, the slope is the quantitative description of the ground gradient, which significantly influences the accumulation and runoff of surface hydrographic net. Slope degree directly influences the scale and intensity of surface runoff and energy conversion, which is an important factor restricting the spatial distribution of productivity (Fig. 5).

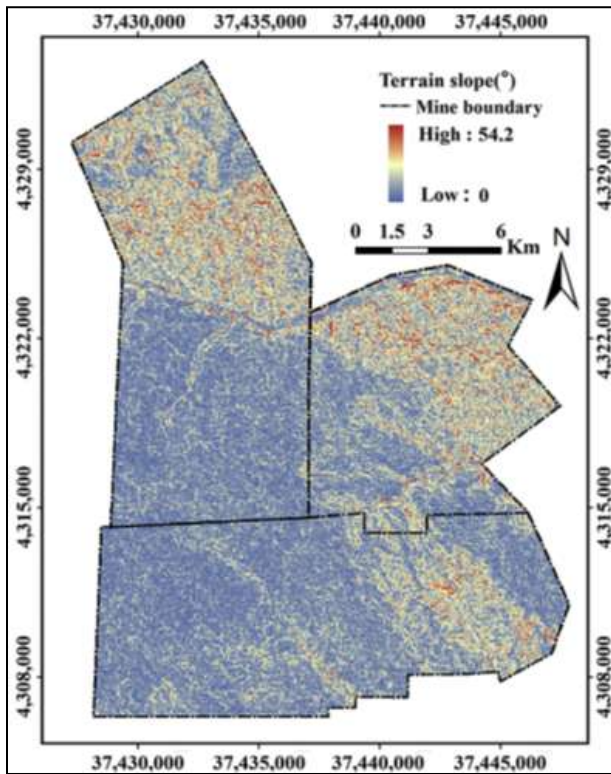


Fig. 5 Map showing the distribution of slope for the Shennan coal mine district.

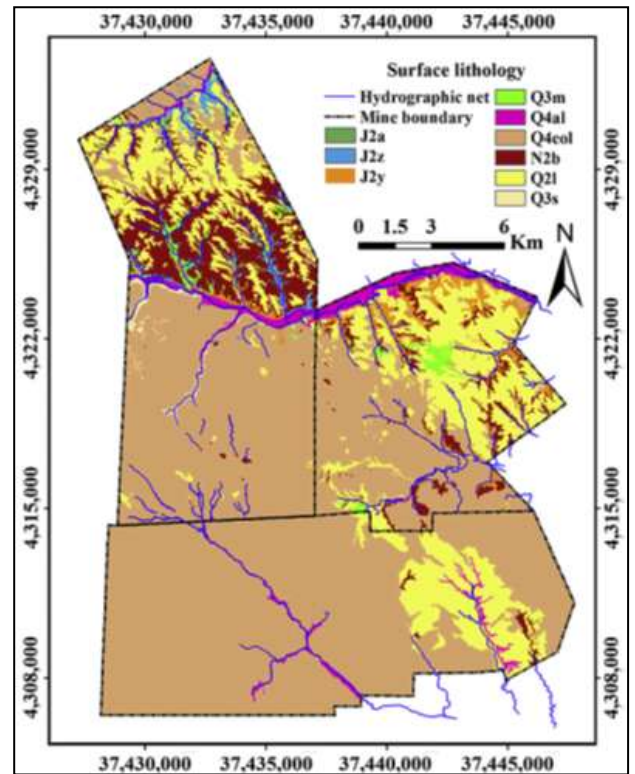


Fig. 6 Map showing the distribution of lithology for the Shennan coal mine district.

Surface lithology is the material base of the eco-geological environment. Different types of associated lithological sequences can form quite different geological formations, and provide different conditions for the occurrence of groundwater, which further determine the specific types of vegetation. In this manner, surface lithology directly affects the eco-geological environment (Fig. 6).

Topography has a strong influence on the eco-geological environment of the study area. The influence of topography is mainly manifested in two aspects: phreatic aquifer distribution and environmental geology. Variations in topography affect the depth and flow field of phreatic water (Fig. 7).

Rainfall is scarce in the arid and semi-arid areas of Western China, and the growth of vegetation mainly depends on rivers and groundwater. Vegetation growth was found to gradually become worse from river valleys, sand beaches, sand dunes to sand plains (Fig. 8).

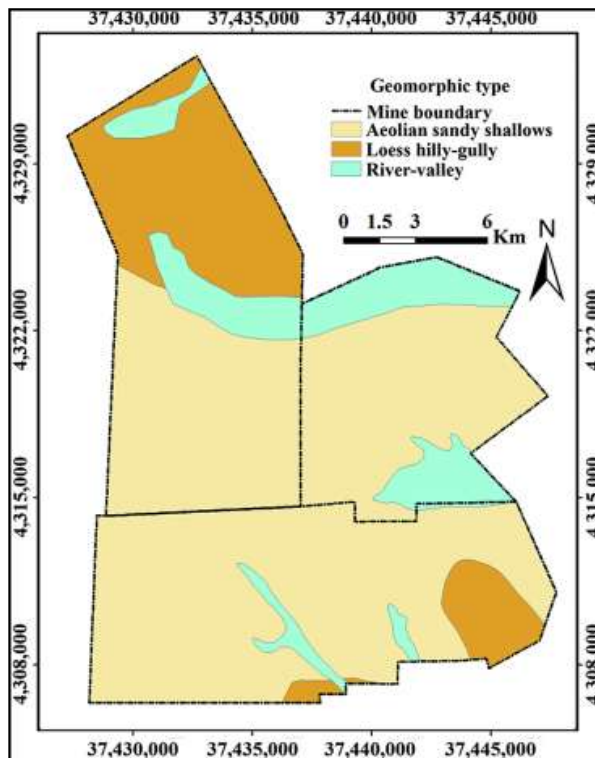


Fig. 7 Geomorphic types of the Shennan coal mine district.

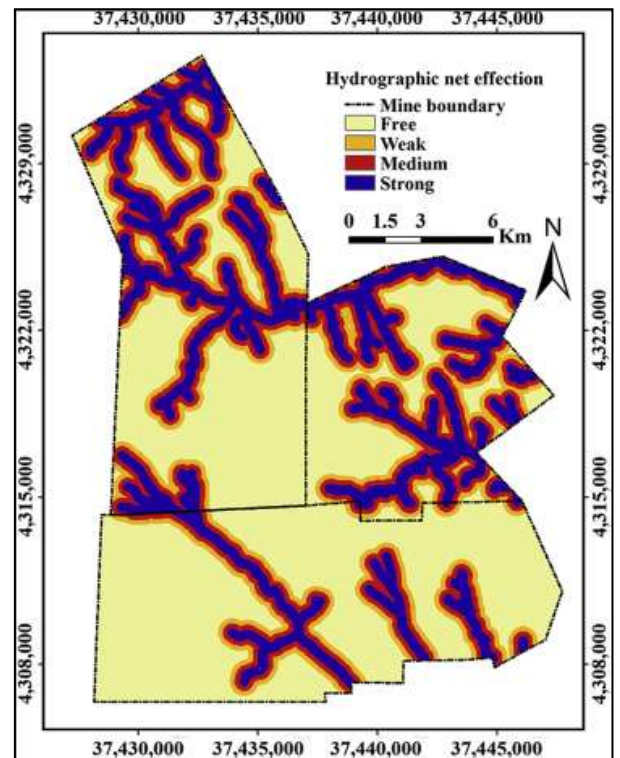


Fig. 8 Influence of surface hydrographic net on vegetation distribution.

Each control factor was quantified using ArcGIS, with the aid of MATLAB 2014b as the computing platform, eco-geological environment of the study area is classified into three types combining weighted fuzzy C-means (WFCM) clustering algorithm and the weight of each main control factor determined by fuzzy Delphi analytic hierarchy process (FDAHP) method. The results of the classification are shown in Fig. 9.

Statistical analysis by ArcGIS showed that the phreatic water desert shallows oasis type occupies 44.3% of the entire study area, mainly distributed in the western and southern regions. The surface water river-valley oasis type occupies 29.2%, mainly distributed in strip shapes along river valleys. The surface runoff (loess) gully type occupies 26.5%, and its proportion is the smallest, mainly distributed in the eastern and northern regions. Therefore, the phreatic water desert shallows oasis type is the main type of ecogeological environment in the study area.

Through a field survey of the Hongliulin coal mine, its actual characteristics were found to be consistent with the features of the classified eco-geological environment types, which shows that the classification results are reasonable.

This study provides a new method for classifying the types of ecogeological environment, which will aid the sustainable production of coal resources and protection of the ecogeological environment in arid and semi-arid areas.

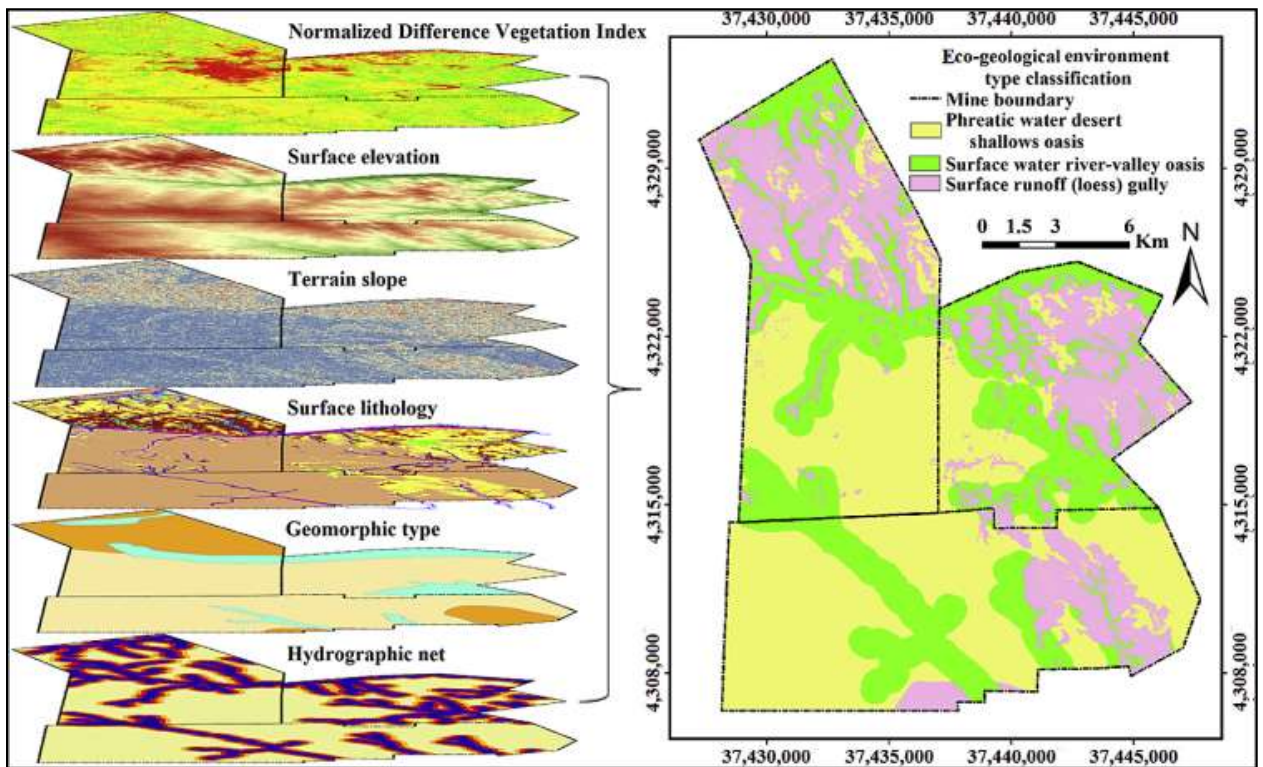


Fig. 9 Partition map of the types on eco-geological environment in the Shennan coal mine district.

The following article discusses the technique of seismic zoning, developed by Czechoslovak specialists, which based on using of engineering geological maps [57].

There are various methods for performing seismic zoning. One of these methods is based on the analysis of relationships between geological (rock properties), hydrogeological (ground water level) and geomorphological (slope stability and topography) conditions. Engineering geological maps, which contain the data listed above, are usually very helpful in conducting seismic zoning.

Experts from Czechoslovakia are confident that using the spatial information provided on maps of engineering geological zoning, it is possible to effectively implement seismic zoning. An important advantage of this method is the ability to analyze large areas and reduce economic costs in the process of seismic zoning.

Depending on the goals and scale of the map, the territory is divided into certain taxonomic units: region - region - zone - district. Detailed information about engineering geological factors required for seismic zoning can be found on modern multi-purpose maps compiled on a large scale.

Special engineering-geological maps can also be used for the purpose of seismic zoning. Areas marked out on these maps that have the uniformity of the geological environment can be identified as necessary classification features.

When defining homogeneous land units, it seems more appropriate to use the term "uniformity" as opposed to the term "similarity of the main characteristics of different land units". Using typological zoning of engineering geological maps, it is possible to unify maps, which makes them more accessible to users who are not geologists. The zones obtained in this way are the main land units. Similar zoning was carried out on the territory of Bratislava (Figs. 10-14).

There are several methods that can be used for seismic zoning. One of these is a method that allows you to determine local changes in the degree of seismicity:

- on the basis of the seismicity degree increment in relation to acoustic resistance,
- based on of the seismicity degree increment with the groundwater table,
- on the basis of the total sum of increment.

Using the method described above on the one hand and the use of engineering-geological maps on the other, we can conclude that in the areas highlighted on the maps, the increment of the degree of seismicity depending on the acoustic resistance will be the same, because the geological conditions on them are uniform. This approach eliminates time-consuming and expensive research, and the data obtained from the maps will have sufficient accuracy for conducting seismic zoning.

From hydrogeological data used for the measurement increments, it is necessary to use values hydroisohypses, choosing the maximum values.

Increments refer to a specific area with an earthquake report or to areas with recorded microseismic data. In situations where seismic data is not available, calculations are made for areas with unfavorable engineering and geological conditions, and therefore high increments.

Depending on which engineering geological maps are used for seismic zoning and what accuracy is required, scales are used from 1:50 000 to 1:5 000.

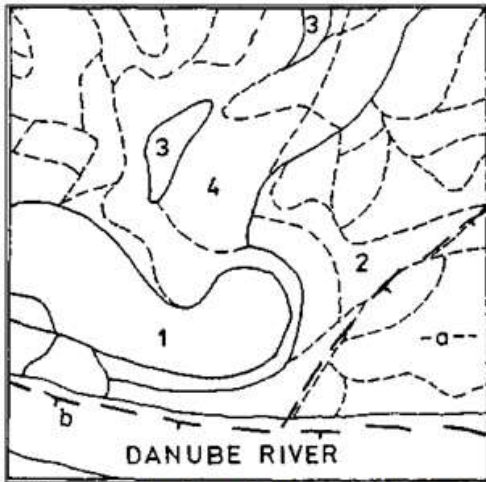


Fig. 10 Engineering zoning map.
 Zone of: 1 - granitic rocks; 2 -
 anihropogeneous deposits; 3 - loess; 4 -
 colluvial loams, a. Delineation osubzones,
 b. Active faults.

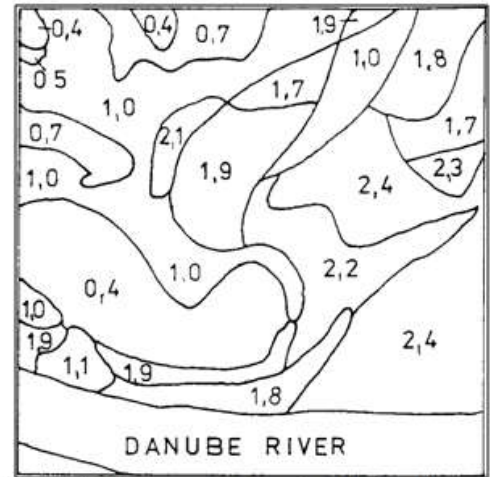


Fig. 11 The map of seismicity degree
 increments in relation to acoustic
 resistance.

Fig. 11 shows a map of the increments of the degree of seismicity depending on the acoustic resistance. Increments of seismicity were calculated for each zone shown on the map. The dependence of the increments of the degree of seismicity on the ground water levels is shown in Fig. 12; the map of total increments is shown in Fig. 13.

According to the MSK.-64 scale used in Eastern Europe, the territory of Bratislava was assigned a degree of 7 based on macroseismic data, which corresponds to the MCS scale. In areas with good geological conditions the expected maximum seismic intensity was reduced by 1-3 degrees. The maximum intensity values for the selected zones are shown on a separate map (Fig. 14).

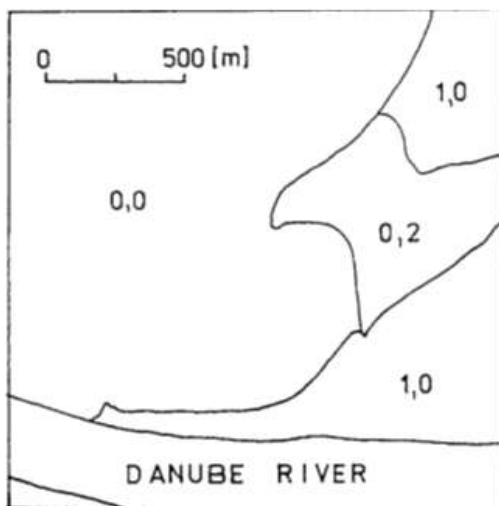


Fig. 12 The map of seismicity degree
 increments in relation to ground-water level.

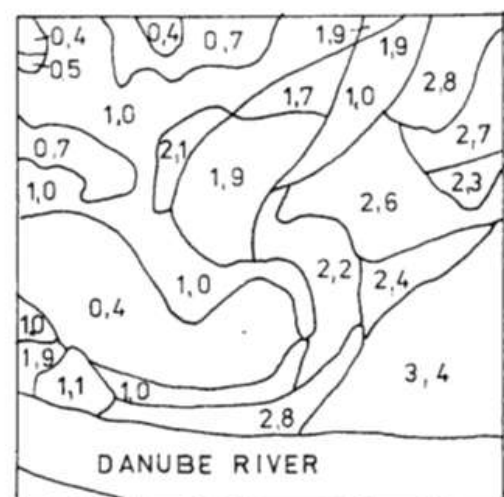


Fig. 13 The map of total seismicity degree
 increment.

From the example shown in the figure, you can see that within the territory of the corresponding 7° MSK-64, the intensity values may change. Historical data of observations conducted on this territory confirm the existence of a relationship between severe damage caused by earthquakes and areas that are unfavorable in terms of engineering geology.

The zoning and microzoning maps shown in the figures 10-14, can be used to select the location of a construction site. The construction of structures with a high level of responsibility, as well as multi-storey buildings, is considered safe in areas composed of solid and incompressible rocks (with good load-bearing capacity), as well as a lower degree of seismicity (<7 MSK-64). Unsafe construction is associated with areas that have sand at their base, high ground water levels, and developed slope processes.

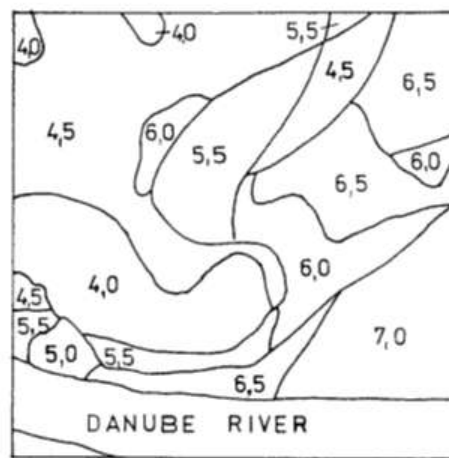


Fig. 14 The map of expected maximum intensity values

In the next paper let's consider the methodology and results of the work of Italian scientists when developing a zoning map of the Piedmont region, which is characterized by a seismic hazard [58].

GIS software was used to update information about this region. Using This software allowed to combine information from geological maps of this area with data from the Italian landslide catalog. Information about Quaternary deposits was also added. To implement this method when building Vs 30 maps, as an integration of various data, one of these data objects was a 1:250000 scale geological map in the form of a shapefile. During the above integration, a "Ground zoning map" and a "Lithotechnical map" were created.

During the ground zoning process, the territory of the region was divided into three categories of districts:

- sustainable areas,
- sustainable areas with possible seismic amplification,
- unstable areas.

These areas are assigned a blue, green and red color scheme, respectively, depending on the engineering geological conditions.

In terms of lithology, the geological units were divided into 24 categories. The two main categories were: the Quaternary surficial deposits and the pre-Quaternary bedrock. Pre-Quaternary bedrock was further subdivided into (I) metamorphic and (II) sedimentary consolidated bedrock. Fault zones and other factors that reduce the quality of the massif in seismic terms were also taken into account.

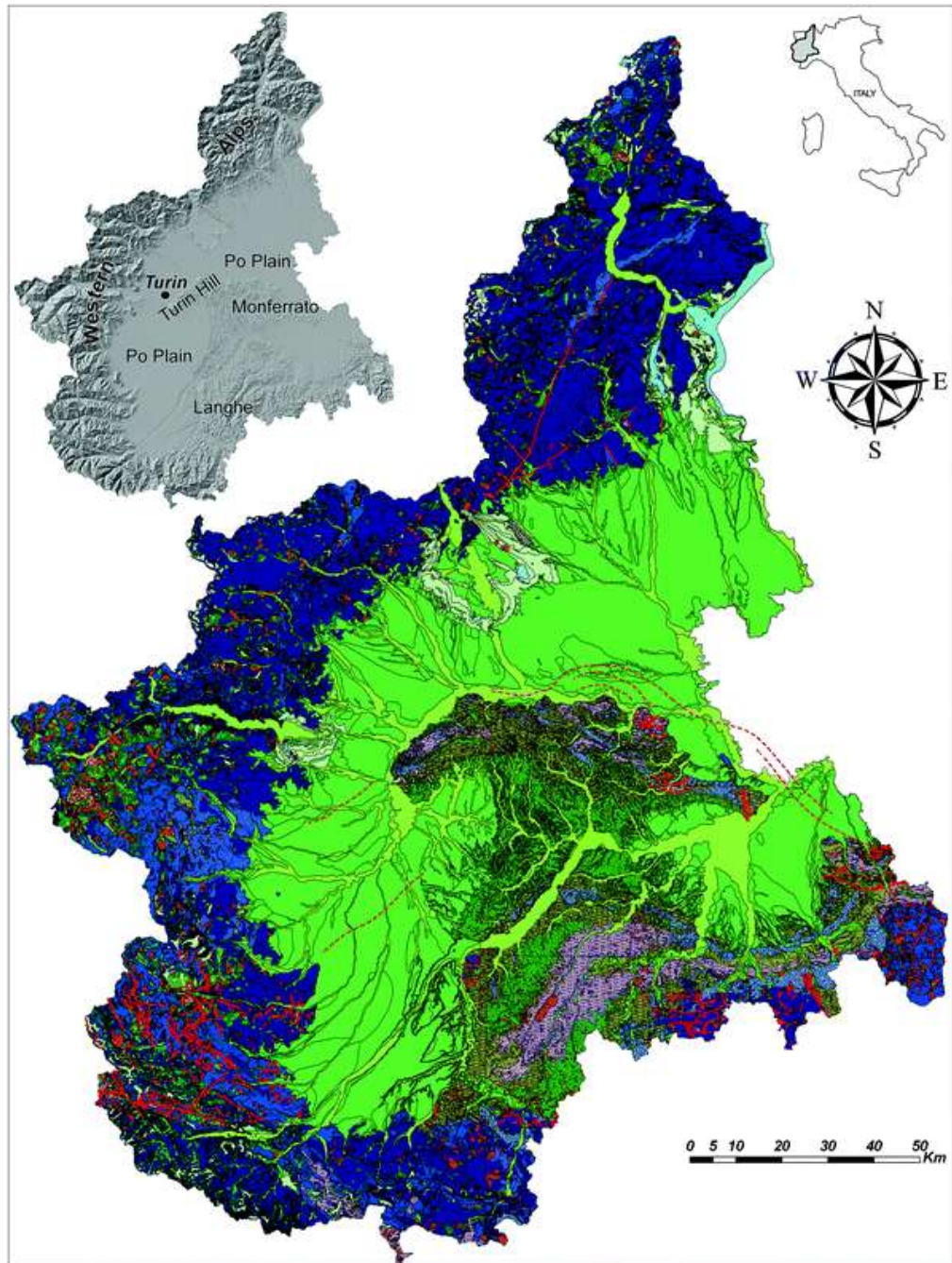


Fig. 15 Preliminary Ground Zoning Map of the Piedmont region

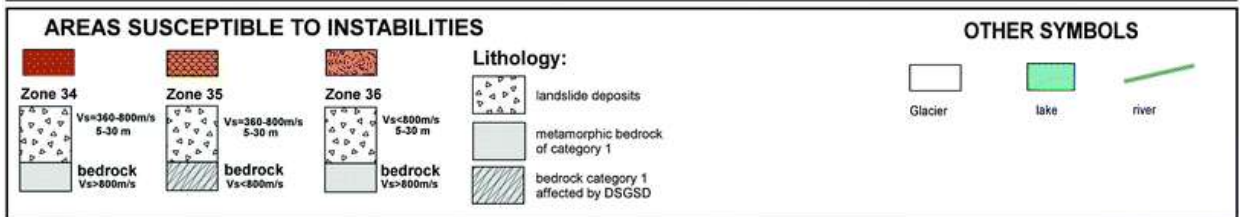
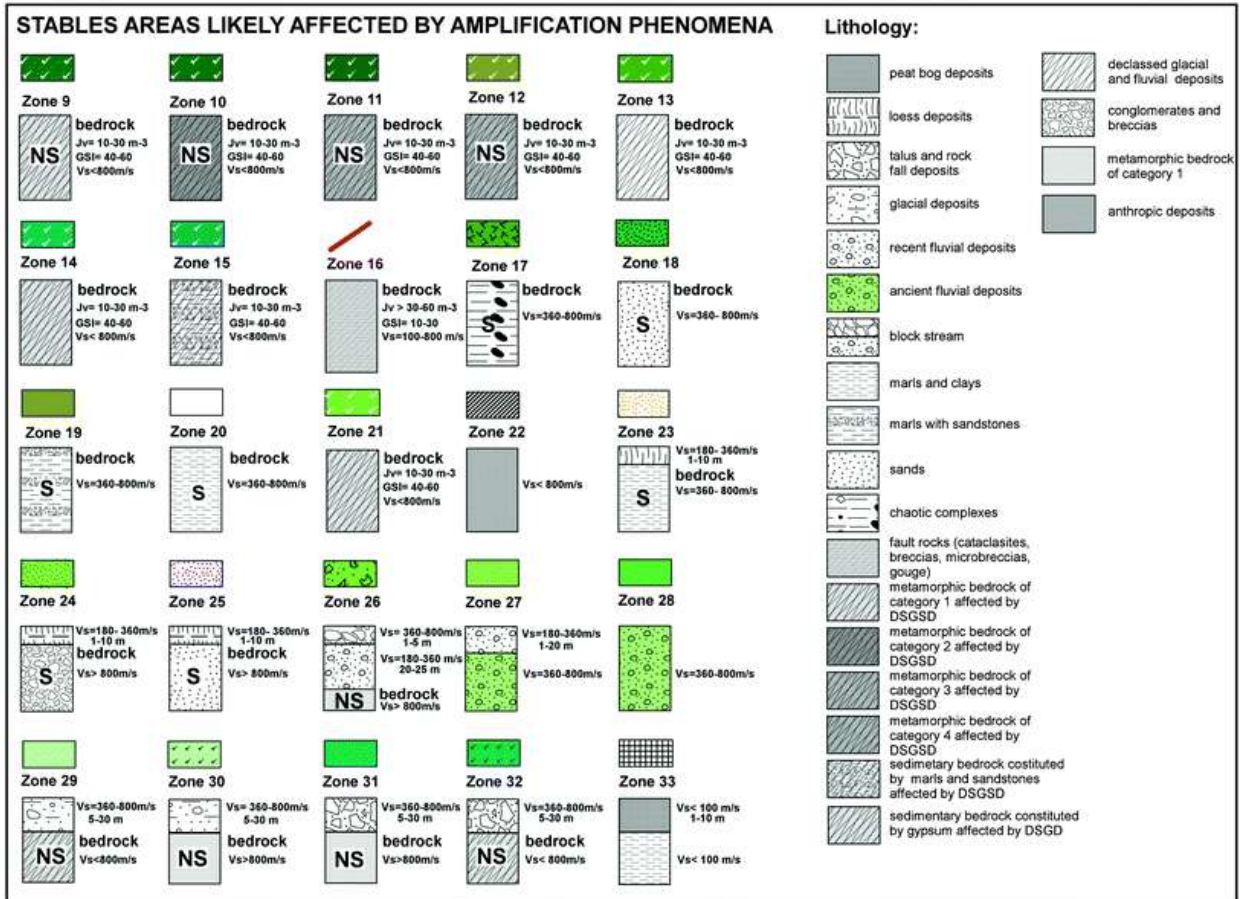
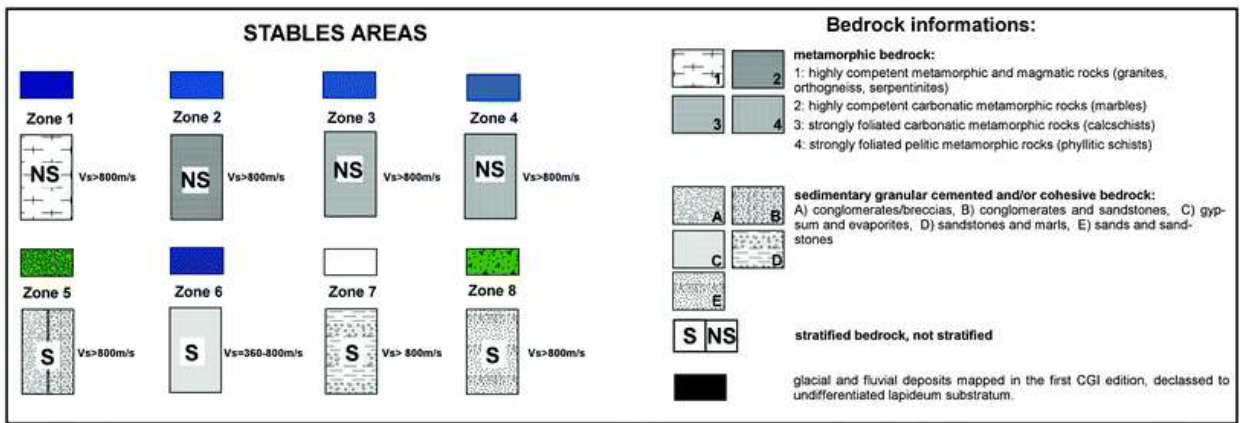


Fig. 16 Legend of Fig. 15. In the legend a stratigraphic column has been assigned to each Zone. In the columns the thickness and the Vs values are shown for the different lithologies. The Jv and G.S.I. parameters were also indicated to characterize fractured bedrock (faults, DSGSDs)

In areas that are stable and composed of poorly fractured rock or covered with a thin layer of Quaternary sediments (less than 5 m), the risk of damage caused by seismic events is unlikely.

In areas that are stable, but composed of highly fractured rock or covered with a layer of Quaternary sediments with a thickness of more than 5 m, the susceptibility to destruction caused by seismic events is more likely.

In areas that are considered unstable, exposure to damage caused by seismic events has the highest probability, these areas correspond to the areas, where landslides could occur.

The three categories presented above were further divided into 36 zones, with uniform stratigraphy within 30 meters of depth, where a uniform seismic response is expected. For each zone, a stratigraphic column was provided showing the power of each lithotype and a qualitative estimate of its V_s value. J_v and GSI parameters were also provided for each zone affected by DGSD and / or fault zones. The stable areas were divided into 8 zones (Zones 1–8), where the expected V_{s30} values were more than 800 m/s. These zones are mainly localized in the Western Alps, where there is a slightly weathered metamorphic rock. As well as in the areas of Monferrato, Lange and Turin, where there is a coarse-grained sedimentary rock.

Stable areas, but with an existing probability of earthquake effects, were divided into 25 zones (zone 9-33), where the expected V_{s30} values ranged from 360-800 m/s. The zones described above are common in the Western Alps, Po Plain, Monferrato, Langhe and Turin Hill, include:

- territories where metamorphic rock that is affected by exogenous processes comes to the surface or is overlain by a layer of Quaternary sediments up to 30 meters thick; the most widespread were in the Western Alps;
- territories located directly in the zones of impact of discontinuous violations;
- territories that are based on fine-grained sedimentary rocks, such as Sands, marls, clays; the most widespread in the Monferrato, Turin Hill and Langhe;
- territories that are based on metamorphic or sedimentary rocks overlain by Quaternary deposits, such as river deposits, loess deposits, glacial till etc., up to 30 m thick;
- territories whose surface Quaternary deposits have a thickness of more than 30 m and mainly consist of lacustrine deposits, subordinately and fluvial glacial; the most widespread were in the main bottom valleys, as well as in the Po Plain;
- territories where anthropogenic deposits are widespread, with a thickness of more than 30 m.

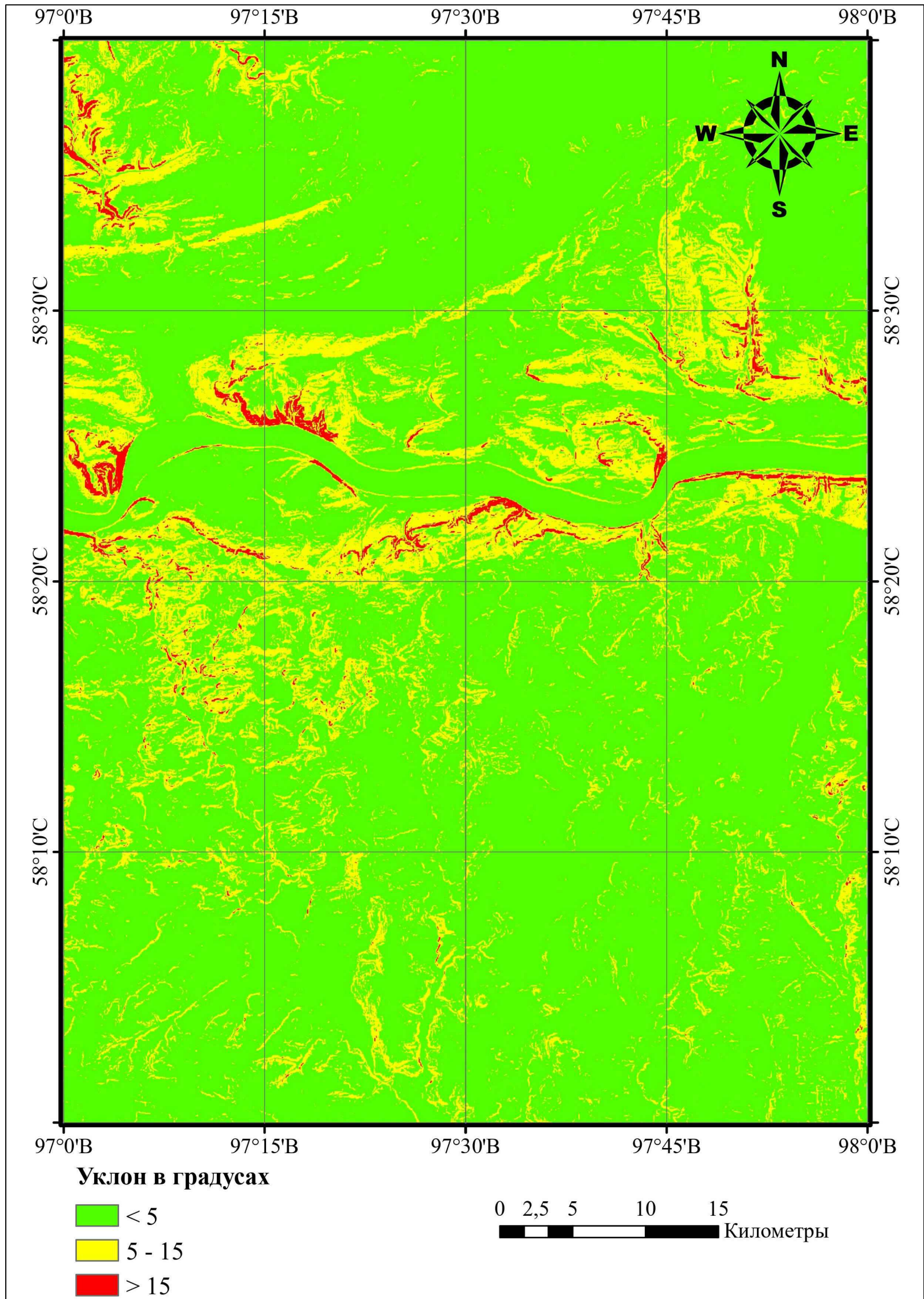
Three zones (Zones 34–36) were identified in stable areas where the consequences of seismic activity may occur:

- territories that are based on metamorphic or sedimentary rock, that overlain by landslide deposits with a thickness of up to 30 m; probable V_{S30} values exceed 800 m/s;
- territories with bedrock overlain by landslide deposits, which are affected by exogenous processes; probable V_{S30} values are in the range of 360-800 m/s;
- a territory where karst has been observed in the form of sinkholes.

As we can see in the works discussed above, the application of engineering geological zoning can be made on various parameters. From the assessment of suitability for underground construction and the degree of seismic hazard to assessment of the quality of the geological environment. The engineering geological zoning provides of detailed quantitative and qualitative engineering geological data to engineers and architects for the effective design, construction and maintenance of engineering structures and land-use. The development of engineering-geological zoning around the world is explained by the demand for its results - maps of engineering-geological zoning. In modern times, due to the use of GIS technologies, the process of creating such maps has become much easier and cheaper, and the quality of its results is much higher.

Приложение Б

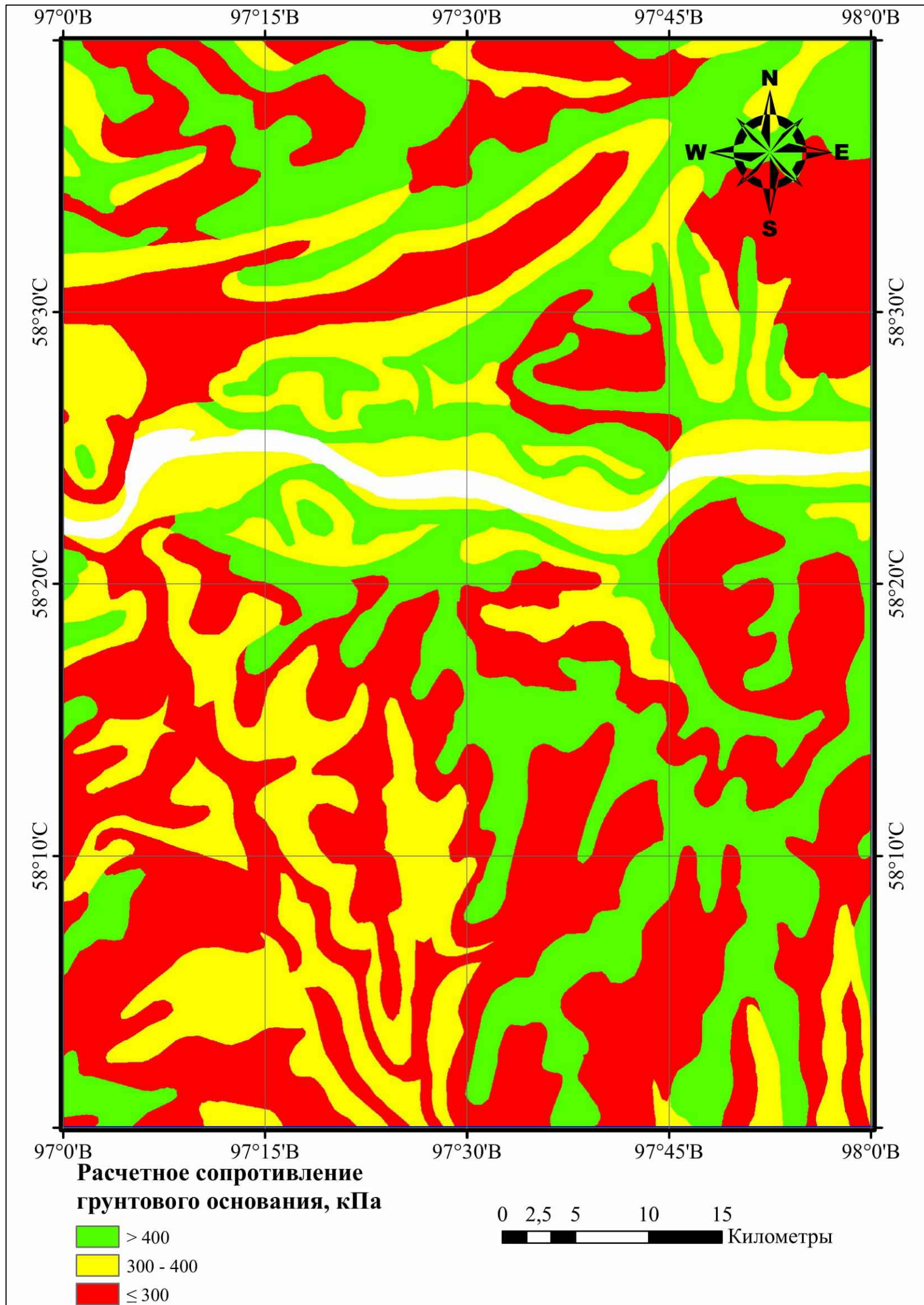
Карта уклонов



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 20.04.02 - Природообустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природообустройства	Группа 2ВМ81
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта уклонов	Масштаб 1:300 000
СТУДЕНТ		Ковалев А.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Савичев О.Г.
		1

Приложение В

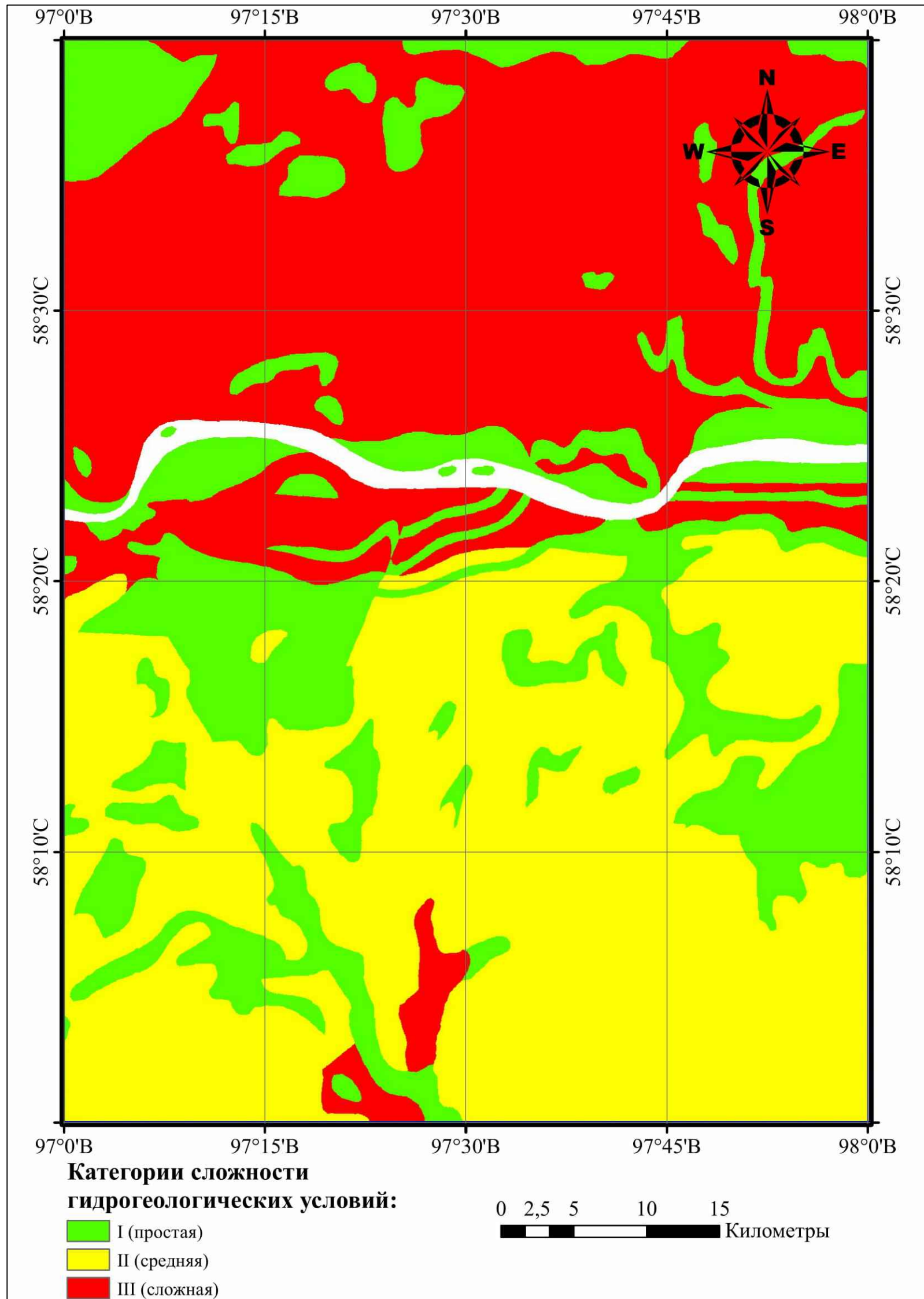
Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтов оснований



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 20.04.02 - Природообустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природообустройства	Группа 2ВМ81
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта сложности геологических условий четвертичных отложений по расчетному сопротивлению грунтового основания	Масштаб 1:300 000
СТУДЕНТ		Ковалев А.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Савичев О.Г.
		2

Приложение Г

Карта сложности гидрогеологических условий



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 20.04.02 - Природообустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природообустройства	Группа 2ВМ81
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта сложности гидрогеологических условий	Масштаб 1:300 000
СТУДЕНТ		Ковалев А.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Савичев О.Г.
		3

Приложение Д

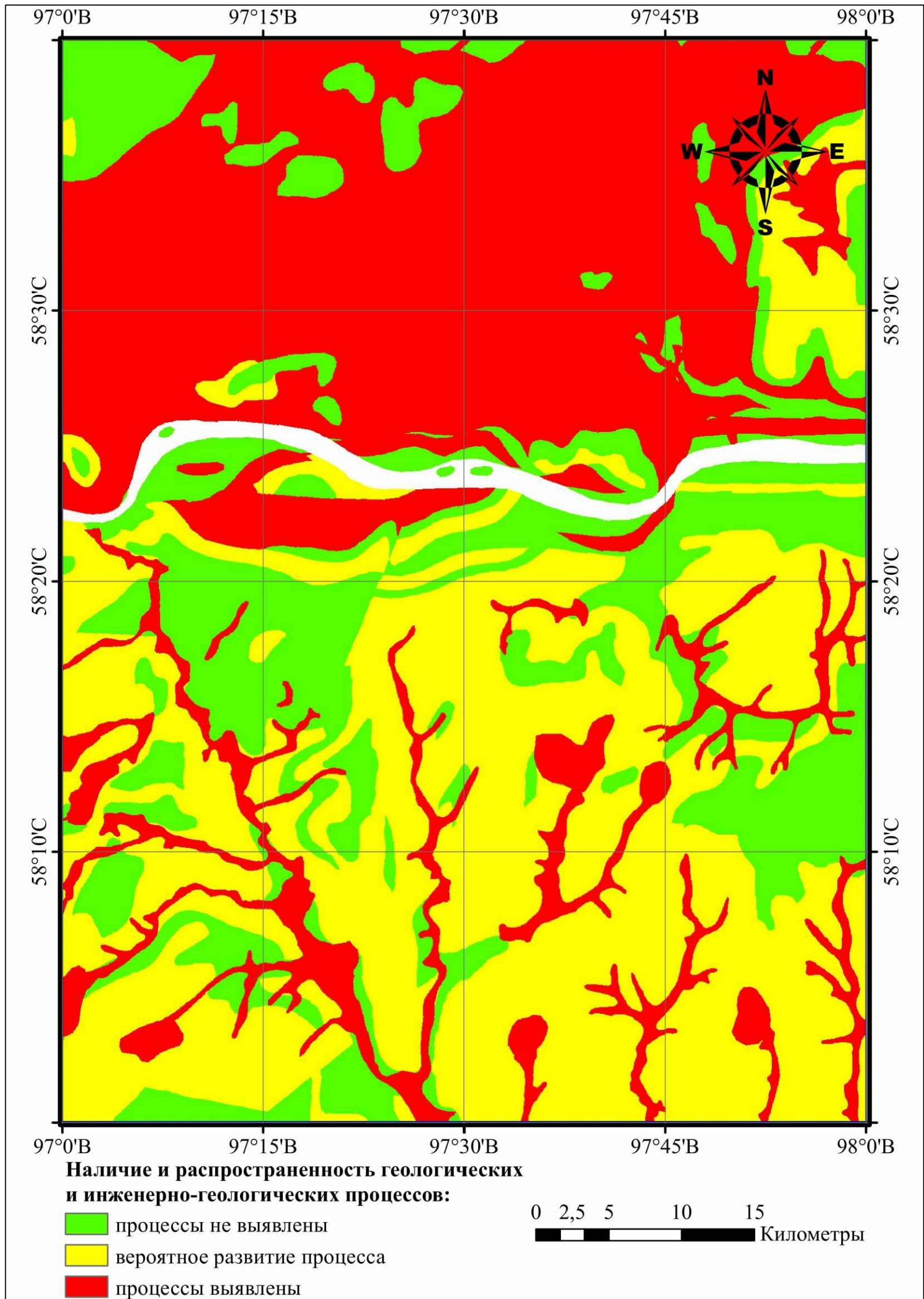
Карта удаленности от разломов



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 20.04.02 - Природообустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природообустройства	Группа 2ВМ81
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта удаленности от разломов	Масштаб 1:300 000
СТУДЕНТ		Ковалев А.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ		Строкова Л.А.
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП		Савичев О.Г.
		4

Приложение Е

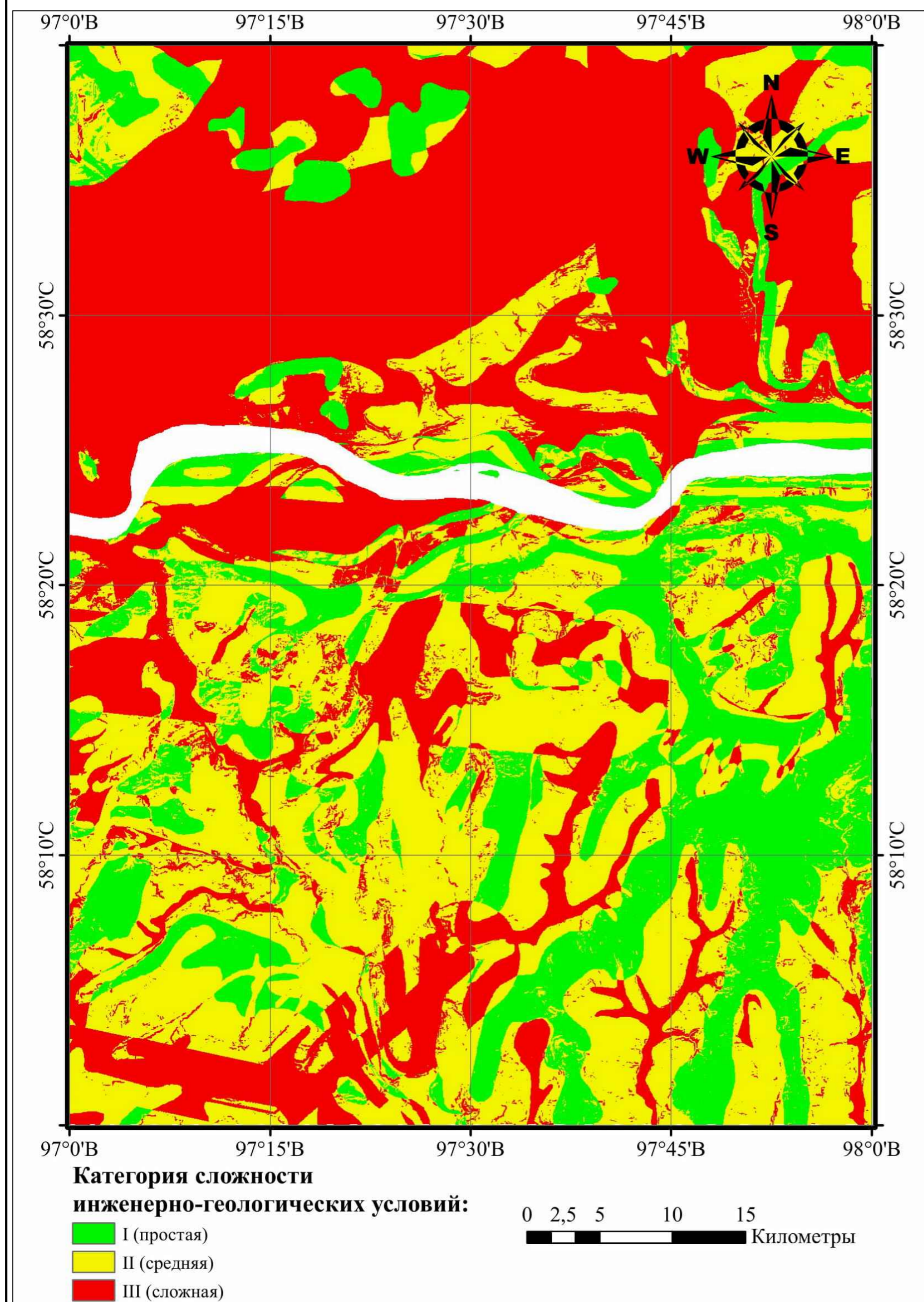
Карта распространённости геологических/инженерно-геологических процессов и явлений



МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИШПР	Специальность: 20.04.02 - Природообустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природообустройства	Группа 2ВМ81
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта пригодности инженерно-геологических условий по фактору распространённости геологических/инженерно-геологических процессов и явлений	
СТУДЕНТ	Ковалев А.А.	5
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	Савичев О.Г.	
		Масштаб 1:300 000

Приложение Ж

Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения



Экспликация к карте районирования

Категория сложности инженерно-геологических условий	Обозначение	Условия рельефа	Геологические условия	Гидрогеологические условия	Тектонические условия	Геологические/ инженерно-геологические процессы и явления	Рекомендации
I (простая)		рельеф с уклонами земной поверхности до 5°	грунты с расчетным сопротивлением основания R_0 более 400 кПа	безнапорные водоносные горизонты с простым строением и низкой минерализацией (до 0,5 г/л)	разрывные нарушения в основании отсутствуют	геологические процессы и явления отсутствуют; развитие новых процессов маловероятно	Районы, относящиеся к I категории, рекомендованы для первоочередного строительного освоения, так как практически не требуют специальной подготовки и дополнительных вложений.
II (средняя)		рельеф с уклонами земной поверхности от 5° до 15°	грунты с расчетным сопротивлением основания R_0 от 300 до 400 кПа	гидрогеологический разрез представлен несколькими водоносными горизонтами, присутствуют напорные и самоизливающиеся воды с низкой минерализацией (до 0,5 г/л)	территории находятся в зоне влияния разрывных нарушений	геологические процессы и явления отсутствуют; существует вероятность развития новых процессов	Районы, относящиеся ко II категории, рекомендуются для строительного освоения после районов с I категорией сложности, так как требуют специальной подготовки и дополнительных вложений.
III (сложная)		рельеф с уклонами от 15° и более	грунты с расчетным сопротивлением основания R_0 менее 300 кПа	сложный гидрогеологический разрез, присутствуют напорные и самоизливающиеся воды с высокой минерализацией (до 10 г/л)	территории находятся непосредственно в зоне разрывных нарушений	зафиксированы различные геологические процессы, а также существует высокая вероятность развития новых	Районы, относящиеся к III категории, рекомендуются для строительного освоения в последнюю очередь, в связи с тем, что требуют большой объем подготовительных работ и, как следствие, больших вложений.

МН и ВО РФ	НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	2020г.
ИИИПР	Специальность: 20.04.02 - Природобустройство и водопользование Специализация: Инженерные изыскания в области природобустройства	Группа 283481
Дипломный проект		
ТЕМА	Региональная оценка пригодности территории для строительного освоения (на примере Богучанского района Красноярского края)	
СОДЕРЖ. ЛИСТА	Карта инженерно-геологического районирования по пригодности территории для строительного освоения	Масштаб 1:250 000
СТУДЕНТ	Ковалев А.А.	6
РУКОВОДИТЕЛЬ	Строкова Л.А.	
РУКОВОДИТЕЛЬ ОП	Савичев О.Г.	