

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра Геология нефти и газа

Изтурганов Кадирхан Ершуакулы

Мониторинг опасных геологических процессов с применением БПЛА.
Агломерация Алматы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М05203 – Гидрогеология и инженерная геология

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

УДК 665.622.43.046.6-52 (043)

На правах рукописи

Изтурганов Кадирхан Ершуакулы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

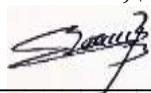
На соискание академической степени магистра

Название диссертации Мониторинг опасных геологических процессов с
применением БПЛА. Агломерация Алматы

Направление подготовки 7М05203 – Гидрогеология и инженерная геология

Научный руководитель

К. г.-м. н., доцент, ассоц. проф.



Заппаров М. Р.

"22" июнь 2021 г.

Рецензент

К. г.-м. н.



Кан С. М.

"28" июнь 2021 г.

Нормоконтроль

Доктор PhD, лектор



Кульдеева Э. М.

"23" июнь. 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Геология нефти и газа

К.г.-м.н., профессор

Енсеппбаев Т.А

" " 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева
Институт геологии нефти и горного дела
Кафедра геологии нефти и газа
6М07500 – «Гидрогеология и инженерная геология»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
инженерные системы и сети
канд.техн.наук, ассоц. проф.
_____ Енсепбаев Т.А.
« 13 » ноября 2021 г.



ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного диссертации

Магистрант: Изтурганов Кадирхан Еришуакулы

Тема: **Мониторинг** опасных геологических процессов с применением БПЛА.
Агломерация Алматы

Утверждена: Приказом Ректора Университета №330 – б от 11.11.2020 г.

Срок сдачи законченной «6» июнь 2021 г.

Исходные данные к дипломному проекту: Материалы, собранные при прохождении производственных практиках и в стажировке в ГУ Казселезащита (г.Алматы)

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) Физико-географические характеристики

б) Опасные геологические процессы

в) Мониторинг опасных геологических процессов

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 25 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература:

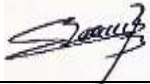
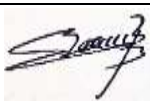
1) Отчет по теме: «Геологические и сейсмостектонические условия. Юго-Восточная зона». К «Схеме развития гидроэнергетики Казахстана (Джунгарский и Кетмень Заилийский регионы)»

2) Строительство селезадерживающей плотины в верховьях реки Большая Алматинка, ниже устья реки Аюсай. Доработка (ТЭО). Отчёт об инженерно-геологических изысканиях. № 134-2008-ГЕО-т.1

Алматы 2021 г.

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Краткая геологическая характеристика	17.04.20 г. – 07.10.20г.	
Опасные геологические процессы в алматинской агломерации	07.10.20 г. - 26.02.21г.	
Мониторинг опасных геологических процессов	26.02.21 г. - 14.05.21 г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с
указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Краткая геологическая характеристика	Заппаров М.Р. К. Г-м. Н. Ассоц. профессор	19.06.2021	
Опасные геологические процессы в алматинской агломерации	Заппаров М.Р. К. Г-м. Н. Ассоц. профессор	19.06.2021	
Мониторинг опасных геологических процессов	Заппаров М.Р. К. Г-м. Н. Ассоц. профессор	19.06.2021	
Нормоконтролер	Кульдеева Э.М Лектор, Доктор PhD	20.06.2021	

Научный руководитель



Заппаров М.Р.

Задание принял к исполнению обучающийся



Изтурганов К.Е.

Дата

" 12 " ноября 2021 г.

АНДАТПА

Диссертация кіріспеден, 4 бөлімнен және 65 беттен тұратын 8 суреттен 2 кестеден тұрады

«Алматы агломерациясындағы қауіпті геологиялық процестердің мониторингі» объектісінде жүргізілетін жұмыстардың өзектілігі аймақтың қауіпті геологиялық процестерге бейімділігімен, Іле Алатауының тау бөктері аймағындағы халықтың тығыздығымен анықталады.

Жұмыстың мақсаты - Алматы агломерацияларындағы қауіпті геологиялық процестерді және оларды кластар бойынша жіктеуді терең бақылау.

Жұмысты құрастыру барысында мен Алматы агломерацияларындағы қауіпті геологиялық процестер туралы жалпы ақпаратты зерттедім. Геологиялық қауіпті аймақтар да терең зерттеліп, сыныптарға жіктелді. Шөгінді жыныстардың пайда болу шарттары және Шөгінді жыныстар түзілу факторлары зерттелді.

АННОТАЦИЯ.

Диссертация состоит из введения , 4 разделов и заключения на 65 страницах 8 рисунков 2 таблиц

Актуальность проводимых работ на объекте «Мониторинг опасных геологических процессов в Алматинской агломерации» определяется подверженностью региона опасным геологическим процессам, плотностью населения предгорной зоны Заилийского Алатау

Целью работы является углубленный мониторинг опасных геологических процессов в агломерациях Алматы и классификация их по классам.

В ходе составления работы мною были изучены общие сведения о опасных геологических процессах в агломерациях Алматы. Так же были глубоко изучены геологическо опасные зоны и классифицированы по классам. Были изучены условия формирования Осадочных горных пород и факторов формирования ОГП

ANNOTATION

The thesis consists of an introduction, 4 sections and a conclusion on 65 pages 8 figures 2 tables

The relevance of the work carried out at the object "Monitoring of hazardous geological processes in the Almaty agglomeration" is determined by the region's susceptibility to hazardous geological processes, the population density of the foothill zone of the Zailiyskiy Alatau

The aim of the work is in-depth monitoring of dangerous geological processes in the agglomerations of Almaty and their classification by classes.

In the course of compiling the work, I studied general information about dangerous geological processes in the agglomerations of Almaty. The geological hazardous areas were also deeply studied and classified into classes. The conditions for the formation of Sedimentary rocks and the factors of the formation of Sedimentary rocks were studied.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Физико-географические характеристики и геологическое строение алматинской агломерации	8
1.1	Орография	8
1.2	Гидрография	8
	Климат	9
1.3	Геоморфологические условия территории	10
1.4	Краткая характеристика стратиграфических	11
1.5	подразделений	
1.5.1	Стратиграфия	
1.5.2	Интрузивные породы	
	Гидрогеологические условия	
	Методика проведения и объемы проектируемых работ.	
	Опасные геологические процессы в алматинской агломерации	
2	Природные и техногенные факторы, определяющие инженерно-геологические условия, закономерность распространения и активизацию ОГП	22
2.1	Природные факторы влияющие на образование и активизацию ОГП	25
2.2	Техногенные факторы влияющие на образование и активизацию ОГП	30
2.3	Мониторинг опасных геологических процессов	38
3		
4	Глава 6 селезадерживающая плотина в верховьях реки улькен алматыниже устья реки аюсай	40
	Заключение	48
	Список использованной литературы	49
	Приложение А	50

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проводимых работ на объекте «**Мониторинг опасных геологических процессов в Алматинской агломерации**» определяется подверженностью региона опасным геологическим процессам, плотностью населения предгорной зоны Заилийского Алатау, где в настоящее время проживает более 1,5 миллионов человек и сосредоточены объекты промышленности, жилые здания, туристические комплексы, санатории, рестораны, дачные массивы, инженерные коммуникации.

Изменение природной среды и активизация развития опасных геологических процессов (ОГП) в последние годы приобрела глобальные масштабы. Потепление климата, отмечающееся в последние годы, может существенным образом изменить ход развития многих опасных природных явлений. Это, прежде всего, относится к экзогенным, гидрометеорологическим, геокриогенным процессам.

Основными задачами нашего времени является рациональное и экологически безопасное использование природных ресурсов. Прогноз возникновения и активизации опасных геологических процессов, изучение и контроль динамики их развития, осуществление превентивных и защитных мероприятий, приобрели на данное время особую актуальность государственного масштаба.

Опасные геологические процессы развивались (протекают) на протяжении всей истории Земли. Они развиваются сейчас и будут развиваться впредь. ОГП это результат взаимодействия целого ряда природных и техногенных факторов, двух основных предпосылок развития опасных природных явлений: исторической (эволюционной) и антропогенной.

В основе первой предпосылки лежат эволюционные процессы развития Земли, приводящие к непрерывной реорганизации вещества в твёрдой, жидкой и газообразной оболочках Земли с выделением и поглощением энергии, изменением напряжённо-деформированного состояния земной коры и взаимодействиями физических полей различной природы. Происходящие процессы лежат в основе глобальной геодинамики Земли и развития эндогенных, экзогенных, гидрологических и атмосферных явлений.

В последние десятилетия существенно возросло антропогенное воздействие на окружающую среду, что неизбежно приводит к активизации опасных процессов, стремительному росту природных катастроф. Это обусловлено следующими основными причинами: ростом населения и развитием урбанизации, возведением объектов повышенного риска, техногенным воздействием на геологическую среду, что приводит к изменению природного равновесия, глобальному изменению климата.

Поэтому разработка достоверных научно-обоснованных критериев оценки опасности и прогноза природных и природно-техногенных катастроф является первостепенной задачей.

В географическом положении город Алматы приурочен к южной части Илийской впадины, включая северо-восточные отроги одного из крупных хребтов Тянь-Шаня – Заилийского Алатау и его предгорные аккумулятивные равнины, охватывает бассейны крупных рек района: Аксай, Каргалинка, У. и К. Алматы, Солоновка и их притоков (рис. 1).

Разнообразие физико-географических и геоморфологических условий, обусловивших резкую смену рельефа и природных ландшафтов, сложность структурно-геологического строения и гидрогеологических условий способствовали распространению на площади полигона комплекса самых различных по генезису опасных геологических процессов. Активизации опасных геологических процессов способствуют высокая сейсмичность территории, природные факторы, а также повышение влияния на геологическую среду техногенных факторов, обусловленных хозяйственной деятельности человека.

В 90-х годах началось интенсивное строительство различных зон отдыха, туристических баз, дач, домов, ресторанов в долинах селеопасных рек Каргалинка, Проходная, У. и К. Алматы, в зоне, так называемых, прилавков хребта Заилийского Алатау, наиболее подверженных ОГП (оползни, обвалы, донная и боковая эрозия, оврагообразование, сели и т.д.). Все эти виды строительства проводились без какого-либо согласования с геологическими службами РК и специализированными организациями, что привело к значительной перегрузке склонов, а по мере увеличения увлажнения склонов хозяйственными водами, к нарушению естественного состояния склонов и, как результат, к деформации зданий, сооружений. Строительство ведется без соблюдения СНиП, монтажа арычной сети массивного стока, осуществляется бесконтрольный полив участков, расположенных на оползнеопасных склонах. Результатом этого в последние годы явилась активизация склоновых гравитационных процессов и, что самое страшное, с человеческими жертвами.

Необходимо, также отметить, что процесс водонасыщения рыхлообломочных четвертичных отложений растянут во времени, и формирование ОГП в предгорной зоне более интенсивного характера нас ждет уже в ближайшем будущем.

Если учесть, что предгорная и прилавковые зоны находятся в интервале высот 1000-1900 м и расположены в зоне 8-9 бальных землетресений, то даже 4 - 5 бальные землетресения могут привести к значительным повреждениям сооружений, построенных на склонах.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АЛМАТИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Город Алматы расположен на северных склонах хребта Заилийский Алатау в бассейнах рек Каргалинка, У. и К. Алматинки, Бутаковка, Солоновка.

Рассматриваемая территория отличается своеобразными физико-географическими характеристиками, значительной сейсмической активностью района, геоморфологическими условиями, благоприятными для развития гравитационных процессов: расчлененность рельефа, крутизна склонов, густая сеть рек и ручьев, климатические условия, значительные накопления в низкогорной части хребта лессовидных суглинков, говорят о высокой потенциальной подверженности района опасных геологических процессов (ОГП).

1.1 Орография

В общих чертах рельеф относится к постоянным факторам, определяющим генетические особенности ОГП и интенсивность их проявления (пораженность) территории. В зависимости от форм рельефа идет формирование ОГП, связанных с действием силы тяжести. Они подразделяются на две группы: движение без потери контакта со склоном и движение с потерей контакта со склоном. С первой группой связаны такие типы ОГП, как оползни и лавины, а со второй – обвалы и осыпи.

Рельеф района типично горный с выраженным зональным строением. Здесь можно выделить три зоны: высокогорную, среднегорную, низкогорную. Зональность эта связана со ступенчатым строением, обусловленными перемещением отдельных крупных тектонических блоков в процессе становления горного сооружения.

Распределение и степень оледенения на реках района работ можно увидеть по нижеуказанной таблице.

Таблица 1.1 Распределение и степень оледенения на реках района работ.

Река	Количество ледников	Площадь, км ²	Процент оледенения		Площадь водосбора реки до выхода ее из гор, км ²	Степень оледенения
			От количества ледников	От площади ледников		
Каргалинка	7	4,9	2	2	-	-
Проходная	18	7,9	6	3	82	9,6

У. Алматы	31	31,6	10	10	135	20,4
К. Алматы	12	11,4	4	4	118	9,7

1.2 Гидрография

Особенности природно-климатических условий района определяют формирование интенсивного поверхностного стока и наличие хорошо разработанной гидрографической сети, выраженной перистым типом..

Большинство Реки горного типа отличаются крутыми продольными профилями ложа, обладают значительной живой силой потока и своеобразным гидрогеологическим режимом. Максимальные паводки на них проходят в июле-августе, что обусловлено интенсивным таянием снегов и ледников высокогорной зоны. К данному типу относятся наиболее крупные реки на участке работ: Каргалинка, У. и К. Алматы.

Максимальные расходы отмечаются в конце лета, минимальные приурочены к зимнему периоду. Данные среднегодовых расходов можно будет увидеть на таблице 1.2.

Таблица 1.2 Среднегодовые расходы рек района работ

В гидрогеологическом режиме для рек района работ выделяется два паводковых пика: один – в мае и второй – в конце июля – начале августа, т.е. в период наиболее активной абляции ледников. Майский пик связан с интенсивным снеготаянием в зоне хвойного леса и наступающим максимумом осадков весенне-летнего периода.

1.3 Климат

Отличительная особенность района – сложная климатическая зональность, выражающаяся в переходах от континентального климата предгорных равнин до субнивального, близкого к арктическому, климата высокогорий включительно. Климатические факторы оказывают решающее влияние на формирование и развитие ОГП, на формирование подземных вод района, и в значительной степени определяют условия хозяйственного освоения территории района работ.

Как правило, в высокогорных районах температура зависит от местной ландшафтной зональности. Значительную роль при этом играет экспозиция горных склонов, в связи с чем выделяются определенные микроклиматические пояса.

Для северного склона Заилийского Алатау, при подъеме выше 1400 м, падение средней годовой температуры воздуха составляет около 0,66 °С на каждые 100 м высоты (Колотилин, 1961г., стр. 21). Нулевая изотерма средних годовых температур воздуха, по данным того же автора, проходит на высоте 2640м.

Самый холодный месяц года – январь – характеризуется отрицательными температурами - минус 6,6-16,5⁰ (для равнин и предгорий). Абсолютный минимум температуры достигает минус 36,4-43,5⁰. Наиболее жаркий месяц – август, средние температуры которого для равнины составляют +24⁰+26⁰. Абсолютные максимумы в той же зоне составляют +38,7⁰+41,5⁰.

Климатические факторы оказывают решающее влияние на формирование и развитие ОГП, на формирование подземных вод района, и в значительной степени определяют условия хозяйственного освоения территории района работ.

Как правило, в высокогорных районах температура зависит от местной ландшафтной зональности. Значительную роль при этом играет экспозиция горных склонов, в связи с чем выделяются определенные микроклиматические пояса.

1.4 Геоморфологические условия территории

По роли основных рельефообразующих агентов выделяются следующие комплексы рельефа:

Денудационно-тектонический комплекс. Характерными чертами комплекса являются большие абсолютные и относительные отметки, интенсивная расчлененность и большая крутизна склонов. Формирование его началось в неогене и продолжается в настоящее время.

Высокогорный скально-ледниковый рельеф развит на осевой части хребта Заилийский Алатау. Для него характерны современное оледенение с действующими цирками, карами, трогами и следы предыдущих оледенений четвертичного времени. Интенсивно протекающая линейная эрозия обусловила большую глубину вреза речной сети, которая нередко достигает 1000-1300 и более метров. Эрозия в сочетании с морозным выветриванием обуславливает резкие очертания гребней и большую крутизну склонов гор (от 35 до 70⁰). Граница рельефа опускается до 3000-3400м. Форма долин троговая, а на рубеже с нижерасположенным крутосклонным рельефом трог деформируются и долины приобретают вид ущелий.

Высокогорный крутосклонный рельеф расположен гипсометрически ниже скально-ледникового, в пределах высот 2500-3500м. Граница высокогорья с другими типами рельефа проходит обычно по эрозионно-тектоническим уступам, высота которых варьирует от первых сотен метров до 600-700м. Формирование рельефа происходит в условиях восходящих дифференцированных движений при интенсивно протекающей линейной эрозии склонов гор. Эрозионными процессами создана густая сеть долин V-

образной формы с глубиной вреза 300-600 м на западе района и до 800-1000м в центральной части. Крутизна склонов 30-35⁰, а иногда доходит до 45-50⁰. Современное оледенение здесь отсутствует. Лишь кое-где сохранились сильно размытые морены средне-верхнечетвертичного возраста.

Среднегорный грядовый рельеф развит повсеместно в пределах хребта Заилийского Алатау и лежит в интервале высот 1800-2500м. Относительные превышения здесь порядка 400-600м, крутизна склонов 15-30⁰. Благодаря тому, что эрозионные процессы протекают здесь медленнее, склоны гор имеют более мягкие очертания и хорошо развитый почвенно-растительный покров. Форма долин V-образная, но зачастую с хорошо разработанным днищем. Лишь транзитные участки ряда рек (в пределах данного типа рельефа) отличаются интенсивно расчлененными склонами долин с крутизной в 30-40⁰. У эрозионно-тектонических уступов долины рек и ручьев приобретают вид коротких каньонов.

Низкогорный эрозионно-денудационный рельеф. Расположен ниже высоты 1800м и морфологически выражен неширокой полосой увалистых предгорий, окаймляющих горные сооружения Заилийского Алатау. С инженерно-геологической точки зрения, интерес представляет комплекс лессовых пород, мощность от 30 до 100м. Подстилающими отложениями служат флювиогляциальные валунно-галечные накопления. Комплекс лессовых пород представлен однородными микропористыми пылеватыми супесями и суглинками, местами переходящими в типичные лессы. Форма горных сооружений округлая, с плоскими водоразделами и крутыми склонами. Активно протекают эрозионные и оползневые процессы. Многие рывины и овраги являются путями сейсмических оплывин, обладающих огромной разрушительной силой.

Адырный рельеф (прилавки). К данному типу рельефа отнесены участки предгорной ступени, известные у местного населения под названием «прилавки». Сложены «прилавки» неогеновыми и нижнечетвертичными отложениями. Кое-где эрозией вскрывается палеозойский цоколь. Глубина вреза речных долин и ложбин временных водотоков доходит до 100 м. Рельеф предгорий сравнительно мягкий. Склоны зачастую покрыты травянистой и кустарниковой растительностью. В сторону предгорной равнины «прилавки» обрываются обычно четко выраженным сбросовым уступом высотой от 80 до 400м.

Рельеф шлейфа конусов выноса развивается вдоль подножья хребтов и гор. Горные реки и эпизодические потоки выносят за пределы гор большое количество обломочного материала. У горного устья реки теряют живую силу и отлагают принесенный материал, формируя конусы выноса. Морфологически, последние выражены плоскими конусами, вершины которых обращены в сторону ущелий, а основания – в сторону впадин. Сливаясь между собой, они образуют предгорный шлейф конусов выноса. Наклон поверхности конусов выноса меняется от подножий к периферии от 7 до 1⁰. Конусы, формируемые временными водотоками, имеют больший наклон 7-10⁰. Средняя ширина шлейфа 5-8, а в некоторых случаях до 1 км.

Речные террасы. В горной части, где преобладает донная и боковая эрозия, аккумулятивные речные террасы сохранились в виде мелких обрывков, прислоненных к скалам гор. Хорошо выражены террасы рек только на равнинных участках в прилапковой и предгорной зоне. Здесь отчетливо выделяются низкая (до 0,5м) и высокая (1-1,5м) поймы. Первая надпойменная терраса (Q_{III}) характеризуется увеличением высоты по направлению вниз по долинам, высота ее достигает 20-25м, ширина до 200 м. Поверхность ее обычно ровная или слабо расчленена молодыми врезам. Вторая надпойменная терраса (арQ_{II}) сохранились в виде небольших уступов по долинам рек У. и К. Алматы. Высота ее достигает 25 и более метров. В северной части описываемой площади наблюдается аллювиальная равнина, отвечающая по своему положению второй надпойменной террасе рек.

Отдельные характерные формы рельефа

Речные долины. Речная сеть в районе развита широко. При описании типов рельефа указывались и формы развитых в них долин. Для данной площади, как и для всякой горной области, характерны изменения формы долин от истоков к устью и ступенчатый продольный профиль. Последнее, свидетельствует о продолжающихся глыбовых перемещениях по разломам. Формы речных долин меняются в зависимости от общих условий рельефа и эрозии, имея профиль трога, ущелья, каньона или трапециевидный.

Ледниковые формы. Следы четвертичных оледенений в горной части района наблюдаются повсюду – морены, трог, кары и цирки, ледниковые формы современного оледенения наиболее полно представлены в приводораздельной части хребта Заилийского Алатау. Ледники обычно небольшие по величине. В наиболее приподнятых участках гор, ледники образуют сплошные ледниковые поля, от которых вниз отходят отдельные языки.

Эрозионно-тектонические уступы образовались при вертикальных перемещениях блоков палеозойского фундамента. Наиболее резко выражены уступы, обрамляющие горные хребты. Как правило, они представляют границы между площадями развития разных типов рельефа. Высота уступов колеблется в пределах от 80-100 до 500-600м, в зависимости от высоты относительного поднятия гор и хребтов.

Рельеф созданный обвалами и оползнями. Описываемый район входит в зону большой сейсмической активности. Во время катастрофических землетрясений вдоль тектонических нарушений в породах палеозоя происходят обвалы, а в рыхлых отложениях – оползни. Размеры их самые различные. Обвалы по долинам рек часто образуют запрудные озера.

1.5 Краткая характеристика стратиграфических подразделений

Среди природных факторов, от которых зависят характер распространения опасных геологических процессов, главным фактором

формирования геологических процессов являются сами горные породы, их петрографо-литологический состав.

Именно горные породы оказывают решающее влияние на развитие и проявление геологических процессов. Для экзогенных геологических процессов горные породы являются той средой, где они зарождаются и на которую сами они оказывают большое воздействие. Эндогенные процессы проявляются по-разному в зависимости от того, какие горные породы слагают поверхностную толщу земной коры. Деятельность человека также зависит от того, с какой горной породой ему приходится сталкиваться.

Поэтому главенствующая роль горных пород в формировании различных генетических типов геологических процессов очевидна и бесспорна.

В пределах района работ весьма широкое распространение получили скальные породы допалеозойского и палеозойского возраста, представленные метаморфическими и магматическими разностями. На поверхность они выходят в пределах горной части Заилийского Алатау.

Породы мезозоя имеют ограниченное распространение. На поверхность они нигде не выходят. Вскрываются на значительной глубине в Копан-Илийской впадине.

Весьма широким распространением на территории пользуются кайнозойские образования. Породы палеогена и неогена почти повсеместно перекрыты чехлом четвертичных отложений. Обнажаются на ограниченных площадях в предгорной зоне Заилийского Алатау. Четвертичные отложения развиты почти повсеместно. В их составе выделяются аллювиальные, аллювиально-пролювиальные, эоловые, делювиальные, делювиально-коллювиальные, коллювиальные, делювиально-пролювиальные, гляциальные, флювиогляциальные отложения и другие генетические типы.

Ниже приводится краткая характеристика стратиграфических комплексов горных пород, распространенных на северных склонах хребта Заилийский Алатау.

1.5.1 Стратиграфия

Протерозой (PR)

К наиболее древним нижнепротерозойским образованиям в Заилийском регионе относятся глубоко метаморфизованные породы слагающие в хр. Кастекский и Заилийский Алатау Актюзский и Талгар-Алабайталский докаледонские блоки, приуроченные к ядерной части каледонского Заилийского антиклинория.

В докаледонских блоках метаморфические образования нижнепротерозойского возраста слагают довольно крупные поля, ограниченные разрывами, и обнажаются в виде разрозненных останцов и ксенолитов размером от первых сотен метров до 20-30 км² среди позднерифейских, позднеордовикских и позднедевонских гранитоидов. Более мелкие ксенолиты величиной от единиц до первых десятков метров густо

насыщают позднеордовикские кварцевые диориты, гранодиориты (Южно-Талгарский массив).

Нижний протерозой

Актюзская серия (Pr_{1at}) образования описываемой серии отмечаются на востоке Заилийского антиклинория в Талгар-Алабайталском блоке, залегают в виде крупных ксенолитов линзовидно-овальной и ленточной в плане формы среди позднерифейских гранитоидов Алабайталского массива.

Серия сложена в основном мелко- и среднекристаллическими биотитовыми и биотит-мусковитовыми, существенно плагиоклазированными гнейсами.

Кеминская серия (Pr_{1km}) образования описываемой серии Заилийского Алатау в Талгар-Алабайталском блоке, на северных склонах Заилийского Алатау в правом борту р. Каскелен (п. Известковый), где отмечается ксенолит ленточной в плане формы, ориентированный в субмеридиональном направлении (длина 3-4км, при ширине до 800м) среди алмаарасанских гранитоидов позднедевонского возраста. Отличительной особенностью пород кеминской серии здесь является присутствие среди сланцев и мигматитов большого количество мраморов. В прослоях отмечаются мрамора и кварциты. Все сланцы не имеют резких границ между собой, постепенно переходят друг в друга.

Палеозой (PZ)

Кембрийская система (Є_{2-3gs})

Средний-верхний отделы жайсанская подсвита

На изучаемой площади выходы пород Жайсанской свиты отмечаются в осевой части хребта Заилийского Алатау. Толща представлена переслаиванием зелено-серых песчаников, кварцево-хлоритовых, кварцево-серицито-хлоритовых и филлитовидных сланцев и филлитов с прослоями кварцитов, известняков и мраморов. Разрез венчает пачка порфириров с прослоями конгломерато-брекчий, песчаников и сланцев. Общая мощность свиты более 2000м.

Ордовикская система (O)

Отложения ордовика на площади работ имеют ограниченное распространение и выделены на северном склоне Кунгей Алатау в верховьях реки Чон-Кемин, где они тесно связаны с кембрийскими отложениями.

Девонская система (D)

Кастекская свита (D_{1ks}) девонских отложений отмечается в бассейне реки Талгар хребта Заилийский Алатау.

Литологический состав свиты довольно однообразен и представлен в основном туфами, игнимбритами, лавами риолитового и риолит-дацитового, реже дацитового состава.

Кастекская свита согласно, иногда с небольшим размывом, наращивает разрез каракастекской и реже со структурным несогласием, минуя нижележащую свиту, трансгрессивно налегает на образования нижнего протерозоя, нижнего палеозоя и на гранитоиды позднеордовикского комплекса.

Каменноугольная система (С)

Каменноугольные отложения в Заилийском Алатау получили широкое распространение и известны практически на всей его территории. Они слагают часть северного крыла крупного Заилийского антиклинория, осложненного более мелкой складчатостью и разбитого многочисленными дизъюнктивными нарушениями, получили широкое развитие в междуречье реки Талгар и реки Тургень, а в западной части Заилийского Алатау, в бассейне реки Узункаргалы-Акса́й.

Торайгырская свита (C_{1tr}). Отложения торайгырской свиты повсеместно слагают основание нижнекаменноугольного разреза. Наиболее полно разрезы свиты представлены в южном борту Маютюбинской брахисинклинали, верховья рек Джаманкара и Узункаргалы и в Тургеньской брахисинклинали. Торайгырская свита, слагая основание нижнекаменноугольного разреза, со структурным несогласием перекрывает образования нижнего протерозоя, с хорошо выраженным размывом и параллельным несогласием лежит на породах кастекской и тастинской свит девона.

Кызылқыркинская свита (C_{1kk}). Отложения этой свиты венчают разрез нижнекаменноугольных образований. Игнимбриты иногда образуют мощные (140-250 м) потоки, различающиеся между собой окраской, составом и размерами обломочного материала, иногда структурой и степенью спекания пепловых частиц. Характерна также большая мощность, которая варьирует в широких пределах.

Неогеновая система. Нижний миоцен. (N_1^1)

Отложения нижнего миоцена развиты на северных склонах гор Заилийского Алатау. Залегают они с резким структурным несогласием на отложениях палеозоя и представлены преимущественно породами делювиально-пролювиального генезиса – мергелями, краснобурыми глинами, песчаниками, известняками, гравелитами с прослоями зеленовато-серых глин и алевролитов. Мощность отложений до 160-360м.

Миоцен нерасчлененный (N_1)

Миоценовые отложения развиты на северных склонах хребта Заилийского Алатау в междуречье Тургень-Чилик, слагая предгорные тектонические ступени по южному крылу Илийской впадины. Они представлены небольшими локальными участками, развиты в высокогорной части Заилийского и Кунгей Алатау. общей мощностью 10-1000м, делювиально-пролювиального генезиса.

Верхний миоцен-нижний плиоцен

Санташская свита (N_{1-2sh})

Санташская свита развита по северному обрамлению гор Заилийского Алатау. Структурно приурочена к бортовым частям Илийской межгорной впадины. Санташская свита залегает с разрывом на отложениях олигоцена и нижнего-среднего миоцена и сложена красно-бурыми конгломератами, темно-серыми глинами, разнотекстурными полимиктовыми песчаниками, мергелями, суглинками общей мощностью 20-250 м.

Средний-верхний плиоцен

Илийская свита ($N_2^{2-3}il$)

Илийская свита развита на северных склонах Заилийского Алатау в бассейнах Чемолгана, Каскелена, Аксая, Тургеня, Каратурука, по северному обрамлению гор Бала-Богуты, в бортах межгорной Илийской впадины. Сложена повсеместно красно-бурыми, палевыми, голубовато-зелеными глинами, аргиллитами, алевролитами, мергелями с прослоями и линзами песков, галечников, гравийников делювиально-пролювиального, аллювиально-пролювиального, аллювиального, озерного генезиса. Мощность свиты составляет 1430 м – в Алматинской депрессии Илийской впадины.

Четвертичная система

Отложения нижнего звена (Q_1)

Отложения нижнего звена развиты вдоль северных склонов хребта Заилийский Алатау, где слагают аллювиально-пролювиальные шлейфы, представлены валунно-галечниками с песчано-глинистым заполнителем с линзами песков и песчаных суглинков, перекрытыми лессовидными суглинками. Мощность свиты в Заилийском Алатау – 70-160м, в Кунгей Алатау – 10-100м

Отложения нижнего-среднего звена (Q_{I-II})

Отложения нижнего-среднего звена развиты в Сюгатинской долине, по северному обрамлению гор Улькен-Богуты, по южному – хребта Торайгыр. Они слагают делювиально-пролювиальные конусы выноса и представлены валунно-галечно-щебнистыми отложениями, суглинками с песчано-гравийно-галечным материалом общей мощностью 10-160м.

Отложения среднего звена (Q_{II})

Отложения среднего звена представлены гляциальными, аллювиально-пролювиальными, делювиально-пролювиальными фациями. Гляциальные отложения развиты в Заилийском Алатау в долинах Чилика, Каргалинки, Аксая, Большой Алматинки, Узун-Каргалы – на высотах 1800-2800м, где слагают полуразмытые морены. Они сложены валунно-галечным материалом мощностью до 100м.

Отложения среднего-верхнего звена (Q_{II-III})

Развиты у северного окончания хребта Кетмень по южному борту Илийской впадины, где слагают предгорную равнину аллювиально-пролювиального шлейфа. Сложены песчано-глинистыми образованиями с щебнем, галькой и гравием мощностью 30-40м.

Отложения верхнего звена (Q_{III})

Представлены гляциальными, аллювиально-пролювиальной и озерной фациями. Гляциальные отложения развиты в осевой части Заилийского и Кунгей Алатау. Современные морены расположены на высотах 2800-3000м, сложены грубообломочным материалом с линзами мелкоземистого материала. Мощность 10-80м.

Аллювиально-пролювиальные отложения участвуют в строении русловой части долин и I надпойменной террасы. В горной части сложены валунно-галечными образованиями, в равнинной – песками алевролитами. Мощность от 5-7 до 30-50м.

Озерные отложения развиты узкой полосой вдоль озера Тузколь, представлены засоленными суглинками, супесями мощностью в первые метры.

1.5.2 Интрузивные породы

Интрузивные породы широко развиты в описываемом районе, слагая значительные площади склонов и водоразделов в верхней и средней части бассейна У. и К. Алматы. Их состав варьирует в широких пределах от ультраосновных пород до лейкократовых гранитов и сиенитов. По возрастному признаку их можно разделить на четыре основных комплекса: среднекарбоновые, верхнедевонские, верхнеордовикские и верхнекембрийские.

Среднекарбоновый интрузивный комплекс развит преимущественно в пределах бассейна реки Бутаковки. Здесь интрузивные образования слагают незначительные по площади массивы и представлены интрузиями II и I фазы внедрения.

Интрузивные образования II фазы внедрения петрографически представлены:

1. Розовыми и красными крупно-средне и мелкозернистыми лейкократовыми биотитовыми гранитами (Иссыкский тип) - С₂

2. Светло-серыми мелкозернистыми биотит-роговообманковыми гранодиоритами и трондьемитами /дополнительные интрузии/.

Интрузивные образования I фазы внедрения представлены гипабиссальными породами. Это диоритовые порфириты(), образующие дайки, штоки и др. мелкие тела.

Верхнедевонский интрузивный комплекс широко развит в бассейне рек У. и К. Алматы. Интрузивные породы образуют значительные по площади массивы в верховьях К. Алматы, Бутаковки, Казачки, и в бассейнах рек Комиссаровки, Горельника и Чимбулака.

Среди интрузивных образований верхнего девона выделяются интрузии II и I фаз внедрения. Для второй фазы характерны серые, серовато-розовые, красные, крупно и среднезернистые роговообманко-биотитовые граниты, реже граносиениты (озерный тип D₃) и красные средне и мелкозернистые

порфировидные граносиениты, гранодиориты (породы приконтактовой фации)- D₃

Интрузивные породы первой фазы внедрения представлены красными, палевыми, буровато-коричневыми и биотито- роговообманковыми гранитами и щелочными гранитами и кирпично-красными, палевыми крупно-среднезернистыми граносиенитами и кварцевыми сиенитами, D₃

Верхнеордовикский интрузивный комплекс выделен в бассейнах рек Казачки, Батарейки, Каменки, Горельника и в среднем течение реки К. Алматы. Верхнеордовикские интрузии образуют большие массивы площадью до нескольких десятков км². По петрографическому составу в описываемом комплексе выделяются серые, розовато-серые биотит-роговообманковые граниты, гранодиориты, трондьемиты с крупными порфиробластами калиевого полевого шпата и темносерые среднезернистые кварцевые и кварцсодержащие биотит-роговообманковые диориты.

Верхнекембрийские интрузии получили широкое развитие в средней и верхней части бассейна У. и К. Алматы. Они образуют небольшие массивы самой различной формы площадью не более 3-5 км².

В составе верхнекембрийских интрузий выделены синевато-черные крупнозернистые пироксениты, перидотиты (€). и черные и черно-зеленые крупно-средне и мелкозернистые габбро, габбро-диабазы, диабазы, (€).

Необходимо отметить, что все граниты, независимо от их возраста, в различной степени трещиноваты и выветрены. Степень трещиноватости и выветрелости, преимущественно, зависит от активности проявления тектоники, экспозиции склонов, петрографического состава гранитов, абсолютных отметок и климатических условий, а не от возраста.

Можно заметить некоторые закономерности развития степени трещиноватости и выветрелости пород от упомянутых выше факторов. В верхней части бассейна преобладает морозное выветривание, поэтому породы сплошь разбиты на отдельные блоки и обломки. Причем, характер и степень трещиноватости находятся в прямой зависимости от петрографического состава. В средней части бассейна трещиноватость заметно уменьшается, но вместе с тем активизируются агенты химического и биологического выветривания. Характерно, что особенно хорошо они выделяются на склоне северной экспозиции, где растительность развита более широко.

1.6 Гидрогеологические условия

Подземная вода практически постоянный компонент подвижной фазы горных пород. Благодаря исключительным свойствам – высокой подвижности, теплоемкости и химической активности подземная вода оказывает весьма существенное влияние на свойства горных пород и процессов, протекающих в них. Практически все электрокинетические явления, играющие столь значительную роль в изменениях состояния и свойств пород, протекают в присутствии воды и при ее активном участии.

Свойства подземных вод изменчивы и, соответственно, эффект воздействия их на состояние и свойства горных пород подвержен известным колебаниям.

Направление развития и интенсивность опасных геологических процессов в значительной степени зависят от распространения подземных вод, уровня режима, степени обводненности и качественного их состава. В классе процессов, связанных с действием подземных вод общим признаком, по которым выделяются подклассы, является взаимодействие воды с горной породой. Каждому подклассу соответствует особый генетический тип процессов.

С подземными водами связаны процессы:

- *карст* – химическое выщелачивание карбонатных пород;
- *суффозия* – механический вынос частиц грунта;
- *оседание поверхности* – снижение уровня подземных вод в результате длительной их эксплуатации;
- *заболачивание и подтопление* – подъем уровня грунтовых вод;
- *засоление земель* – близкое залегание от поверхности и подъем уровня грунтовых вод на массивах орошения;
- *просадка* – ослабление связей между частицами грунта при замачивании.

Выклинивание родников приводит к выносу мелкоземистого материала, образованию пустот и в конечном итоге к проседанию поверхности и активизации ОГП

Такие условия залегания подземных вод обусловлены высокой степенью дренированности местности, наличием глубоких оврагов и саев по которым атмосферные осадки и талые воды стекают в речную долину.

1.7 Сейсмотектонические условия района работ

Под сейсмичностью территории понимается подверженность ее землетрясениям определенной силы. Сейсмичность является постоянным фактором развития ОГП, а режим сейсмичности, или режим землетрясений в пределах каждой из выделенных сейсмических зон рассматривается как быстро изменяющийся независимый фактор.

Землетрясения являются важнейшим фактором оползневых, селевых и обвальных процессов и других геологических процессов, с которыми связано их катастрофическое проявление, помимо этого они представляют опасность физического нарушения целостности различных хозяйственных объектов, сооружений и коммуникаций, и самое главное – представляют угрозу безопасной жизнедеятельности населения.

Учитывая, что крупные землетрясения ощущаются на значительных расстояниях от эпицентра землетрясения, при характеристике сейсмичности территории была охвачена значительно большая по площади территории, нежели сам исследуемый район работ.

Имеются результаты многолетних сейсмических исследований, а, в настоящее время, здесь проводятся достаточно детальные сейсмологические наблюдения и осуществлен комплекс геофизических и сеймотектонических исследований.

Распределение областей поднятий и опусканий на протяжении периода активизации четко контролируется зонами глубинных разломов различного времени заложения и разной протяженности. Наличие сложной разветвленной системы разломов во многом определило распределение проявления сейсмичности в наше время – большая часть землетрясений генетически связана с движениями в приразломных зонах. Наиболее сейсмичными оказываются зоны разломов, развивающихся (очевидно с различной интенсивностью) на протяжении длительного времени.

В принципе эти зоны и определяют сейсмичность рассматриваемой территории. Значительное влияние на сейсмичность района оказывают также многочисленные тектонические нарушения, простирающиеся в различных направлениях

С целью более объективной характеристики сейсмичности территории, прилегающей к району работ, ниже приводится краткая характеристика *Алматинской сейсмогенерирующей зоны*. В настоящее время это одна из сейсмогенерирующих зон, которая в данном районе является наиболее изученной, и которая наиболее влияет на сейсмичность района работ и по сути дела определяет сейсмичность данной территории в целом.

Это подтверждается и результатами анализа последствий Верненского (1887г.), Чиликского (1889 г.) и Кеминского (1911 г), землетрясений, которые проявились на данной территории интенсивностью порядка 8 баллов.

Землетрясения с такими магнитудами могут вызвать на поверхности земли остаточные деформации, вызвать активизацию геологических процессов, разрушительные эффекты типа, обвалов, оползней, селей, а также сейсмические воздействия интенсивностью 8 и более баллов, что необходимо учитывать при строительстве самых различных сооружений.

ГЛАВА 2 ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АЛМАТИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

2.1 Природные и техногенные факторы, определяющие инженерно-геологические условия, закономерность распространения и активизацию ОГП

Рассматриваемая территория отличается своеобразными физико-географическими характеристиками, обусловленными сложным морфологическим строением местности и зависимыми от этого климатическими и гидрологическими показателями. Каждый из природных

факторов оказывает определенное влияние на развитие опасных геологических процессов.

2.2 Природные факторы влияющие на образование и активизацию ОГП

Инженерно-геологические условия в горно-складчатых областях отличаются, как правило, высокой сложностью и разнообразием. Этому способствует ряд специфических обстоятельств. Многообразие форм рельефа, геологических и климатических условий исследуемой территории, способствующих развитию и активизации целого ряда современных геологических процессов.

Одним из основных факторов образования ОГП являются землетрясения, приводящие к образованию катастрофических процессов – селевых потоков, обвалов, оползней. Землетрясения свыше 8 баллов, как правило, сопровождаются развитием катастрофических обвалов и оползней (Верненское 1887г., Кеминское 1911г.). Объемы обвалов и оползней достигают многих десятков тысяч и миллионов кубометров..

Выветривание. Процессы выветривания подчиняются законам природной вертикальной зональности. В высокогорно-ледниковом поясе физическое выветривание является одним из главнейших факторов разрушения пород. Эта область приурочена к районам развития современного оледенения и характеризуется сильно расчленённым альпийским типом рельефа. Для этой области характерно широкое развитие ледников, выполняющих верховья долин, каровые цирки в приводораздельной части хребта Заилийский Алатау.

Сильно расчленённый рельеф, наличие многочисленных остроконечных пиков и гребней на водоразделах, высокие утёсы, узкие лога и расщелины на склонах, являются следствием активно протекающих процессов разрушения скальных пород, представленных, в основном интрузивными породами различного состава. Здесь, на высотах более 3000, амплитуда колебания суточной температуры достигает больших значений и главнейшим фактором разрушения горных пород является морозное выветривание. В результате действия морозного выветривания и комплекса факторов, реки Каргалинка играет морозное выветривание. Большое количество обломочного материала образующегося в результате физического выветривания не остается на месте, а перемещается вниз по склонам, создавая потенциальную селеопасность. На активизацию процессов выветривания огромное влияние оказывают тектонические процессы. Многократное проявление тектонических процессов приводит к возникновению тектонических трещин во всех направлениях, более глубинному проявлению процессов выветривания.

Дальнейшее биологическое выветривание в сочетании с интенсивным химическим выветриванием приводит постепенно к образованию на склонах почвенного покрова, стойкого отношение

Обвалы – представляют собой внезапные обрушения горных пород с потерей контакта со склоном, сопровождающиеся дроблением пород и их хаотическим накоплением у подошвы склона, либо полным перекрытием дна долины. Объемы обрушившихся масс колеблются от нескольких десятков кубометров до сотен и тысяч кубометров. Площади обрушения, форма их в плане, расположение по геоморфологическим признакам различны.

Наибольшее распространение обвалов характерно для высокогорной области, на абсолютных отметках выше 2800-3000 м, где отмечаются крупные выходы скальных пород в виде отвесных утёсов, скал. Обвалы возникают внезапно и характеризуются высокой скоростью движения масс. Наибольшее развитие обвальные процессы получили в высокогорной области, в верховьях бассейнов рек Большая и Малая Алматинки, где отмечаются крупные выходы коренных пород и наиболее интенсивно проявляется физическое выветривание.

Но наиболее крупные обвалы, конечно же, связаны с сильными землетрясениями, а учитывая, что Заилийский Алатау расположен в активной Алматинской сейсмогенерирующей зоне, в зоне сосредоточения крупных глубинных разломов субширотного простирания, то вероятность землетрясений а значит и возникновения больших обвалов очень велика.

Крупные обвалы отмечаются в верховьях рек У. и К. Алматинки (плотина Большого Алматинского озера), а в среднегорной области в урочище Кокчека, левого притока реки У. Алматинки в зоне глубинного разлома, в зоне интенсивно разрушенных, выветрелых коренных породах, в долине ручья Акжар, правого притока реки Аксай, где во время землетрясения 1887 года, по почти вертикальным трещинам произошёл поверхностный сдвиг, и опустившаяся часть обрушилась, рассыпалась, засыпав долину реки Акжар. Крупные обвалы могут достигать сотни тысяч кубических метров.

Осыпи. В высокогорной зоне бассейнов рек У. и К. Алматинки осыпи развиты повсеместно. Это различные по форме и мощности четвертичные образования являются продуктом проявления процессов выветривания, температурного сдвига и сил гравитации. Обломки, потерявшие механическую связь с коренными породами, скатываются вниз по склону под действием сил гравитации, разрушаются в результате падений и самые крупные из них достигают подошвы склона. В высокогорной зоне, в результате этих процессов, в нижней части склонов образуются мощные шлейфы осыпей. Важной особенностью осыпей является то, что они представлены крупнообломочными породами, содержащими мало заполнителя.

Вследствие грубого состава осыпей они обладают хорошими фильтрационными свойствами. На них отсутствует травяной покров.

Оползни – это смещение горных пород вниз по склону без потери контакта между смещающимися и неподвижными породами.

Формирование оползня представляет собой весьма сложный и многофакторный процесс.

Степень оползнеопасности какого-либо склона, определяется в первую очередь его генетическим типом и возрастом, геологическим строением и крутизной рельефа.

Рассматривая оползневые процессы на изучаемой территории можно отметить приуроченность их к Алматинской агламирации

Морфологически выражен широкой полосой увалистых предгорий. Форма горных сооружений округлая, с плоскими водоразделами и крутыми склонами, с активно протекающими эрозионными и оползневыми процессами.

Среди факторов-процессов, влияющих на возрастание оползневой опасности, прежде всего, необходимо выделить эрозионную и абразионную подсечку основания склонов сложенных суглинками, супесями, которая приводит к постепенному увеличению крутизны склона и тем самым к снижению его устойчивости.

Интенсивность влияния этого фактора наглядно представлена на реках Кокшукыр и Малютинский лог, (рис. 2.5; 2.6).

Донная и боковая эрозия. Этот вид процессов протекает повсеместно, на исследуемой территории, где имеются водотоки. Особенно крупные изменения дна и бортов долины происходят во время прохождения селевых потоков и паводков. Вдоль русел крупных водотоков в результате донной и боковой эрозии наиболее характерными деформациями являются оползни и обрушения. Такие изменения интенсивно и в большом количестве имеют место вдоль русел К. Алматинки, Батарейки, Казачки, Чимбулака У. Алматинки, Кызылсай, Кумбель, (рис 2.7; 2.8). Проходной и др. Боковая эрозия приводит к разрушению масс рыхлообломочных четвертичных отложений, слагающих борта рек, и сносу их в русла главных рек. При прохождении селевого потока, когда наблюдается резкое увеличение эрозионных процессов, рыхлообломочный материал захватывается, а это приводит к значительному обогащению потока твёрдой составляющей и к увеличению его живой силы.

Углубление и разрушение дна. Особенно сильно эрозионные процессы протекают в периоды прохождения селевых потоков. (рис 2.7; 2.8). Иногда после их прохождения русло реки может изменяться кардинально, вплоть до изменения своего привычного местоположения.

Во время проведения полевых работ, после интенсивных ливней в июне, по реке У. Алматинки, произошли значительные изменения. После прохождения по рекам паводков отмечалось усиление процессов боковой, донной эрозии, активизация оползневых процессов.

Снежные лавины. Лавины – скользящие и низвергающие снежные массы, представляют собой весьма типичные явления в горных районах.

Для Заилийского Алатау, в высокогорной и среднегорной областях, все склоны, особенно северной экспозиции, являются лавиноопасными с очень

частым сходом лавин. Для северных склонов Алатау характерны лавины лоткового типа, которые при наличии уступов переходят в прыгающие.

Лавины являются значительным фактором переноса обломочного материала.

Лавинные каналы стока, лотки и борозды служат путями транспортировки обломочного материала, который образует конусы выноса и лавинные бугры. Конусы выноса лавин похожи на конусы выноса селевых потоков и отличаются от последних наличием погребной почвы и растительных остатков. Наибольшее количество лавин на участках работ наблюдалось в высокогорьях в Агломерации Алматы. На склонах южной экспозиции выпавший снег в хорошую солнечную погоду обычно тает в зимнее время. На безлесных склонах северной экспозиции формируются наиболее значительные лавины. Характерной особенностью этих лавин является небольшое содержание в них обломочного материала. Перекрытие русла реки такими лавинами не приводит к образованию временного водохранилища. Река всегда успевает размыть лавину снизу и обеспечить беспрепятственный сток. (рис.2.11 и 2.12).

Селевые явления. На площади исследуемого участка отмечены следы прохождения селевых потоков различного генезиса. Селевые потоки на участке работ отмечались в 1921, 1931, 1950, 1953, 1975, 1977 годах, (рис.2.13).

В высокогорной части бассейнов рек У. и К. Алматинки, Глубокие эрозионные врезы до 20-25 м, отмеченные в верховьях р. У. и К. Алматинки и ее левого притока р. Горельник, говорят о высокой потенциальной селевой опасности, (рис. 2.7; 2.8).

На мелких горных реках, при наличии больших уклонов, селевые потоки образуются часто, а в крупных, с меньшими уклонами и сформировавшимся руслом – реже. Селевые потоки, сформировавшиеся в мелких водотоках, при впадении в основное русло обычно разубоживаются, концентрация твердой составляющей в потоке падает и сель превращается в обычный паводковый поток. Содержание твердого материала в селевом потоке, в зависимости от его типа, может изменяться в широких пределах от 10-15 до 40-60 %. Следовательно, в отличие от обычного паводка горной реки сель является паводком с более высоким и очень высоким содержанием твердого материала. Естественно, что при насыщении водного потока твердым материалом происходит определенный переход количества в качество.

Склоны южной экспозиции имеют короткие, крутые, практически безлесные склоны, не аккумулирующие в зимний период значительный снеговой покров. В результате этого, ввиду малого накопления твердой составляющей, формирование значительной селевой массы незначительны.

Сели являются наиболее опасным, наиболее катастрофическим явлением из современных геологических процессов. Они формируются в горной части рассматриваемой территории, на протяжении всего теплого периода года. Периоды максимальной абляции ледников совпадают с ливневыми дождями высокой интенсивности. Суточные максимумы осадков

иногда превышают месячную норму. При этом в большинстве случаев сток весенних ливней суммируется с влагой больших запасов снега, сохранившихся на склонах, в руслах рек в результате схода снежных лавин. Основная масса твердой составляющей селевых потоков формируется за счет четвертичных склоновых накоплений, представленных гляциальными, пролювиальными и элювиально-делювиальными образованиями. Многочисленные горные реки являются дренами этих потоков, несущих в себе огромную разрушительную силу.

2.3 Техногенные факторы влияющие на образование и активизацию ОГП

Влияние деятельности человека на развитие оползней и селей, всех других опасных геологических процессов и в целом на геологическую среду становится все более сильным, масштабным и многогранным. При этом его деятельность меняет не только лик земной поверхности, но и вносит такие значительные изменения в верхнюю часть земной коры, которые по масштабам и последствиям можно сопоставлять с геологическими процессами.

Эта проблема всегда была в сфере внимания ученых. Еще в 1944 г. академик В.И. Вернадский определил понятие “ноосфера”, “сфера разума” – приповерхностная часть земной коры, в которой сказывается влияние деятельности человека на геологические явления. Согласно существующим представлениям, воздействие человека на литосферу можно рассматривать в различных аспектах: по масштабам – глобальное, зональное, региональное, локальное.

Влияние деятельности человека на развитие оползней разнообразно и осуществляется разными путями. Непосредственное воздействие связано с перегрузкой и подрезкой склонов, с их обводнением.

Можно привести многочисленные примеры, характеризующие влияния деятельности человека на развитие и активизацию процессов, это влияние – бесспорно и не может не приниматься во внимание специалистами.

Исходными материалами для сведений о техногенном воздействии на окружающую среду и связанную с этим активизацию ОГП являлись, наряду с фондовыми материалами, аэровизуальные наблюдения и инженерно-геологические маршруты, проведенные в полевой период.

Техногенные факторы характеризуют внешние воздействия на природную среду, способные кардинально изменять состояние и свойства природной среды. Их воздействие зачастую превосходит воздействие природных факторов.

Увеличение численности населения Алматинского мегаполиса привело к повсеместному строительству дач, коттеджей спортивных и развлекательных комплексов, очень часто проводимого без учета влияния техногенных факторов на окружающую среду и без согласования с геологическими службами и специализированными организациями.

Для Заилийского Алатау районом, наиболее подверженным воздействию техногенных факторов, является полоса предгорий, сложенная рыхлыми, слабосцементированными лессовидными суглинками, расположившаяся в низкогорной части хребта в интервале высот от 1000 до 1800 м, (рис.2.14; 2.21).

Вид техногенной деятельности обуславливает и различные масштабы проявления ОПП. Примером различной масштабности техногенной деятельности и техногенного воздействия на окружающую среду может быть проведение строительных работ на отдельно взятом склоне приводящее к формированию трещин отрыва, к возникновению оползневых смещений, приводящих к разрушению дачных домиков, коттеджей, (Каменское плато, ул. Банковая и участок ул. Крайняя в районе кладбища «Кенсай») (рис. 2.15; 2.16; 2.17).

Техногенное обводнение склонов, в сочетании с другими факторами, является одной из основных причин активизации оползневых процессов на прилавковой зоне.

В бассейне р. Каргалинка наиболее уязвимым является интенсивно застраиваемый правый берег реки выше и ниже построенной плотины. Излишки воды с дачных участков, сбрасываемые вниз по крутому склону, уже приводят к образованию оврагов и деформации склона. Трубы и лотки, обычно не герметичны, а учитывая большой уклон склона, эрозионная деятельность воды весьма значительна. Ниже плотины по правому борту в глинистых отложениях ведется и многоэтажное строительство, что весьма нежелательно.

В междуречье рек У. Алматы и Каргалинка расположены многочисленные садоводческие товарищества, в которых начинается процесс перестройки легких домиков в массивные коттеджи. Этот участок буквально испещрен древними и обновленными оползневыми телами и очень опасен для строительства. В мае 2004 года здесь под оползнем погибли 2 человека, (рис. 2.24-2.25).

На инженерно-геологической карте г. Алматы обозначены участки двух останцов нижнечетвертичных флювиогляциальных отложений лессовидных суглинков расположенных в черте города. Это квадраты улиц Масанчи-Сатпаева, Аль-Фараби-Сейфуллина – Акимат г. Алматы-Фурманова. Здесь расположены многочисленные новые постройки, в том числе комплексе Нурлы-тау.

Все эти здания построены на просадочных грунтах. Особое опасение вызывает девяти этажный жилой дом по ул.Сейфуллина между Аль-Фараби и Тимирязева, расположенный на взгорке.

Масштабное развитие оползневых процессов находится на горе трамплинов, расположенной выше улицы Аль Фараби на левом берегу реки Есентай (Весновка).

Весь гребень горной гряды подрезан серпантином дорог, сооружённых для проведения лыжных соревнований. Строительство лыжных трасс

значительно повлияли на естественное состояние горы, сложенной лёссовидными суглинками, которые легко разрушаются при значительном обводнении и нагрузках. По крутым дорогам происходит формирование больших потоков воды, которые, на ослабленных участках, легко размывают породы склона с образованием эрозионных врезов, воронок, глубиной до 3-5 м, оплывин, оползней, просадок. Все эти виды опасных геологических процессов отмечаются на участке горы трамплинов, (рис. 1.3.41 – 1.3.46, 4.2.27). Лыжные трассы совершенно не пригодны для проведения соревнований.

На гребне горы расположена электроподстанция ПС 131 А «Горный гигант». На территории подстанции отмечается наклон опор ЛЭП, просадка западной части территории площадки. По инструментальным измерениям территории электроподстанции, проведённым в 2016 году, угрозы разрушения подстанции не отмечено. В 2018 году электро подстанцию демонтировали и перенесли в более безопасное место.

Активизация оползневых процессов на западе и востоке горы трамплинов приводит к засыпке дорог, проложенных у подножья склона, а при аномально больших осадках возможны разрушения коттеджей, также расположенных в опасной близости от основания склона.

Резюмируя все вышеизложенное необходимо сказать, что интенсивная экспансия строительного бума на южные окраины города Алматы и прилегающие к ним прилавки, привело к радикальному изменению инженерно-геологических условий этой зоны. На всех участках от реки К. Алматы в зоне прилавков, наиболее уязвимых от опасных геологических процессов, продолжается интенсивное строительство, и расчищаются новые площади под застройку. Каждый новый участок, изменяет инженерно-геологические условия устойчивости только в худшую сторону. С течением времени, основной показатель устойчивости пород, естественная влажность будет, возрасти, из-за нарушения геоэкологического баланса и нарушения водооборота, т.к. нарушается естественное состояние грунтов.

Грунты во времени будут менять свою консистенцию от твердо и тугопластичных, вплоть до мягкопластичных и текучих. Учитывая, что прилавковая зона относится к зоне девятибалльных землетрясений последствия могут быть весьма плачевными. Изменение состояние грунтов даже на одну фазу, уже при сотрясениях 5-6 баллов может привести к многочисленным проявлениям оползней и обвалов.

Крайне необходимо проведение всесторонней ревизии всех объектов строительства, в случае необходимости проведение дополнительных инженерно-геологических изысканий, для выдачи рекомендаций по водозащитным и склонноукрепительным работам. Участки нового строительства налегают друг на друга и провоцируют возникновение опасных геологических процессов новой генерации. Все вопросы по выдаче разрешений контроля за соблюдением правил строительства и мониторинг эксплуатации сооружений должен быть на контроле городского и областного Акиматов.

Следующим этапом изучения опасных геологических процессов должна быть организация мониторинга этих процессов по всей площади опасных участков.

3 мониторинг опасных геологических процессов

Мониторинг ОГП на территории Алматинского мегаполиса на протяжении ряда лет проводят несколько организаций: ТОО «Алматыгидрогеология», Селезащита, Снеголавинные службы, ЧС города Алматы и др.

Из огромного количества проявлений ОГП (оползней, обвалов, эрозионных процессов боковой и донной эрозии рек и т.д.), широко распространённых на северных склонах Заилийского Алатау, на различных высотных зонах хребта, представленных различными генетическими типами оползней и обвалов, ТОО «Алматыгидрогеология» были выбраны 27 участков, наиболее актуальных в плане изучения процесса и негативного влияния на человека. На данных 27 участках организованы посты наблюдений для изучения динамики развития ОГП на площади Каскелен-Талгарского полигона и в частности на площади Алматинского мегаполиса.

Все работы проведены согласно методическим руководствам и методическим рекомендациям по комплексному изучению опасных геологических процессов и республиканским стандартам.

Дешифрирование космических снимков в настоящее время являются неотъемлемой частью мониторинга разнообразных явлений природы и в том числе опасных геологических процессов.

На горе трамплинов проведены масштабные работы по строительству лыжных трасс, которые проведены с террасированием горы на крутые откосы, высотой до 8 метров. Маршрутными наблюдениями, проведённые в весенне-летний период, после выпадения обильных осадков, были отмечены значительные разрушения горного склона. Лыжные трассы совершенно непригодны для проведения соревнований. Серпантин дорог подрезает площадку электро подстанции с востока и запада, в связи с чем возникла угроза возникновения просадочных явлений на территории станции, активизации оползневых явлений, (рис 4.2).

Аэровизуальные наблюдения представляют собой один из методов решения вопросов инженерно-геологического, геоморфологического, гидрогеологического характера, получения оперативной, и в тоже время масштабной, объемной информации об интенсивности развития и проявления ОГП на изучаемом районе, о приуроченности отдельных видов ОГП к определённым структурно-генетическим комплексам.

Аэровизуальные наблюдения позволяют определить участки наиболее подверженные воздействию ОГП, определить общее направление и виды работ на полевой период для различных площадей района работ, (рис. 4.3; 4.4).

Освоение новых площадей под строительство проводится со значительной подрезкой, террасированием, выравниванием склонов, что, при незавершённом строительстве, приводит склон в неустойчивое состояние, где возможны проявления различных видов ОГП.

Аэровизуальные наблюдения показывают широкое развитие ОГП на изучаемой территории. Именно аэровизуальные наблюдения, фотографии, полученные во время полета, позволили определить наиболее репрезентативные участки подверженные воздействию ОГП, и находящиеся в непосредственной близости от объектов жизнедеятельности населения.

На повреждённых участках происходит более глубокая инфильтрация атмосферных осадков, приводящая к неравномерному обводнению различных участков склона, что может привести к возникновению оползневых и эрозионных процессов на склонах.

Аэровизуальные наблюдения представляют собой один из методов решения вопросов инженерно-геологического, геоморфологического, гидрогеологического характера, получения оперативной, и в тоже время масштабной, объемной информации об интенсивности развития и проявления ОГП на изучаемом районе, о приуроченности отдельных видов ОГП к определённым структурно-генетическим комплексам.

Аэровизуальные наблюдения, проведенные в 2017 г, позволили определить участки наиболее подверженные воздействию ОГП, определить



а)



б)



в)



г)

а) Мультиспектральный снимок -2006г залета.
Склон юго-западной экспозиции не нарушен,
и имеет естественный природный ландшафт.

б) Мультиспектральный снимок -2007г залета.
Начало строительных работ, террасирование
склона под строительство домов крутыми уступами
высотой до 8м.

в) Мультиспектральный снимок -2009г залета.
Склон юго-западной экспозиции нарушен,
Масштабное проведение работ по террасиро-
ванию склона под строительство домов



д)

г) Панхроматический снимок -2012г залета.
Склон юго-западной экспозиции нарушен.
Выборка грунта под строительство домов
прекращена, но на склоне наблюдается
дальнейшее и интенсивное разрушение и
интенсивный подмыв котлованов .

д) Панхроматический снимок -2015г залета.
Строительные работы на участке Бутаковка
"заморожены". Отмечается активизация оползневых
и эрозийных процессов; сход оползня, образование
промоин и дождевых потоков.

Рис. 1.1.1 Участок Бутаковка. Динамика изменения природных ландшафтов и масштабность проведения строительных работ в низкорослой части
Завлииского Алатау по космоснимкам различных годов залетов и с различных космических носителей.



Рис. 1.1.2 Освоение водораздельной части прилавковой зоны участок горы Трамплинов
Интенсивное антропогенное воздействие на природные комплексы начато с 2008года..

- 1- Строительство жилых массивов на участках ранее неподверженных техногенному воздействию
- 2- Террасирование склонов, опоясывание горы Трамплинов серпантинами беговых дорожек
- 3 - Нарушение почвенно - растительного слоя водораздельной части для строительства, но строительство не начато из -за возможного возникновения просадочных явлений
- 4 - подстанция
- 5- Зброшеный карьер
6. Трамплин и его инфраструктура

 обрывы, уступы, просадка



Рис 4.3 Лог Кокшукыр, очаг ливневого селеобразования. Широкое развитие оползневых и эрозионных процессов по руслу ручья



Рис 4.4 Малютинский лог, очаг ливневого селеобразования, по всей длине ручья проявления оползней, интенсивно протекают процессы боковой и донной эрозии

общее направление и виды работ на полевой период для различных площадей полигона.

Освоение новых площадей под строительство проводится со значительной подрезкой, террасированием, выравниванием склонов, что, при незавершённом строительстве, приводит склон в неустойчивое состояние, где возможны проявления различных видов ОГП.

Аэровизуальные наблюдения показывают широкое развитие ОГП на изучаемой территории. Именно аэровизуальные наблюдения, фотографии, полученные во время полета, позволили определить наиболее репрезентативные участки подверженные воздействию ОГП, и находящиеся в непосредственной близости от объектов жизнедеятельности населения.

По основным крупным водотокам оползневые процессы происходят, в основном, за счет эрозионной деятельности реки в период половодья, подмыва бортов и дальнейшего обрушения берегов.

Инженерно-геологические маршруты были проведены с целью подтверждения и уточнения материалов предварительного дешифрирования космоснимков и аэровизуальных наблюдений. В процессе проведения наземных маршрутов собиралась конкретная информация, позволяющая определить количественные характеристики проявлений современных геологических явлений и инженерно-геологических процессов.

Учитывая что проявления ОГП на Каскелен-Талгарском полигоне отмечаются круглый год, мониторинговые маршруты проводятся постоянно. Особенно стоит отметить периоды, когда активизация опасных процессов наибольшая: весенний период – характеризующийся общим снеготаянием; интенсивные ливни в конце мая - начале июня; период абляции ледников, когда по горным рекам проходят повышенные расходы воды, паводки, селевые потоки

При проведении наземных рекогносцировочных маршрутов решаются следующие вопросы:

- количественная характеристика (масштабность) проявлений ОГП, картирование проявлений, вынос их на инженерно-геологическую карту условий развития опасных процессов на полигоне;
- морфологическая и морфометрическая характеристика участков проявления современных геологических явлений и инженерно-геологических процессов;
- характеристика форм проявлений процессов и явлений и их параметры;
- оценка глубины (мощности) зоны развития процессов и явлений;
- изучение развития процессов во времени (возраст и дата проявлений, периодичность, их приуроченность в пространстве);
- характеристика пород (литология, петрография, залегание, возраст, генезис, состав, свойства, состояние, в том числе степень увлажнения и обводненности);
- оценка современной активности процессов;
- характеристика факторов, вызывающих активизацию процессов и изучение их взаимосвязи и взаимообусловленности;
- изучение взаимодействия процессов с инженерными сооружениями и их влияние на освоение территории.

При проведении маршрутов отмечались все проявления современных геологических процессов и инженерно-геологических явлений, по которым составлены паспорта оползней и обвалов, распространённых в полигона.

Маршруты проведены по водоразделам с целью обеспечения хорошего обзора по обе его стороны, с использованием космоснимков, на топооснове масштаба 1:25000 и 1:50000. Расстояние между точками выбиралось исходя из конкретных условий. При описании точек производились зарисовки, замеры, фотографирование, нанесение их на карту.

Инженерно-геологические маршруты были проведены по всей площади полигона, но на участках широкого развития и негативного влияния ОГП на жизнедеятельность населения, осуществлялось более детальное обследование, с целью выделения первоочередных участков, для постановки горных, буровых, опытных и геофизических работ, дальнейшего, более детального наблюдения за развитием опасных процессов. На инженерно-геологическую карту условий развития ОГП вынесены все существующие и новые проявления опасных процессов, площади приостановленного строительства и предполагаемой активизацией ОГП, (рис. 2.21).

Инженерно-геологические маршруты были приурочены к долинам основных рек района работ, и наиболее крупным их притокам

Инструментальные наблюдения на оползневых, обвалоопасных склонах - это один из важнейших методов инженерной геодинамики, так как проявления оползня начинается, как правило, с высотных смещений.

Благодаря современному развитию измерительной техники высокоточные приборы для угловых и линейных измерений позволяют в значительной мере повысить точность геодинамических наблюдений.

При ведении режимных наблюдений, на практике применялся дистанционно-угловой метод, при котором исключало накопление погрешностей измерений. Применение створного метода геодинамических измерений на крутых, часто залесённых склонах, создавало бы трудности в установке реперов точно по створам.

Составлению схемы планово-высотной опорной сети предшествовала тщательная рекогносцировка местности, изучение картографического материала, инженерно-геологических условий каждого оползневого склона.

Схемы построения высотной опорной сети на постах наблюдений выбирались так, чтобы ее пункты (репера), по возможности, примерно равномерно располагались по всей площади оползневого склона и обеспечивали детальные высотные геодинамические наблюдения, в основном одиночными разомкнутыми ходами. При этом минимум два (три) репера были установлены в заведомо устойчивых местах.

Репера, заложенные на неподвижных участках, служат опорными реперами, от них проводились инструментальные измерения за смещениями на оползневых склонах.

Режимные наблюдения проводились высокоточным теодолитом-тахеометром GTS-720, мерной лентой и современными измерительными приборами – электронными светодальномерами. При проведении режимных наблюдений на участках развития ОГП, основным требованием, предъявляемым к ним, являлась максимальная точность. Это достигалось путем тщательной установки теодолита, центрирования, юстировки, определения и введения в прибор различных поправок: значений температуры, давления, ввод высоты инструмента и т.д. использование одних и тех же высокоточных измерительных приборов (электронный тахеометр GTS-720), выполнение измерений одними и теми же исполнителями, (рис. 4.5).

Мониторинг ОГП на Каскелен-Талгарском полигоне выполнен с использованием различных видов инженерно-геологических работ по изучению опасных геологических процессов, включающих: дешифрирование космоснимков высокого разрешения; изучение территории при помощи аэровизуальных наблюдений; проведение мониторинговых маршрутов по всем крупным рекам полигона и их притокам; инструментальные режимные наблюдения на постах наблюдений, выполняемых для выявления динамики развития смещений на

оползнеопасных склонах с использованием высокоточного тахеометра и приборов, проведение на потенциально опасных участках горных, буровых, опытных и геофизических работ, с целью изучения мощности и физико-механических свойств горных пород, вовлечённых в опасный процесс, и т.д.

Рис. 4.5 Инструментальные измерения высокоточным теодолитом-тахеометром GTS-720 реперов, установленных на оползнеопасном склоне

4 селезадерживающая плотина в верховьях реки улькен алматыниже устья реки аюсай

ТОО «Казгидро» в 2008 г. разработало ТЭО «Строительство селезадерживающей плотины в верховьях реки Улькен Алматы ниже устья реки Аюсай». В ТЭО был обоснован тип и конструкция селеудерживающей плотины - железобетонная переливная ячеистая плотина (селесброс) с бортовыми грунтовыми примыканиями (глухая непереливная часть плотины) и щелевым селеводосбросом. В нашем проекте конструкция плотины, в основном, осталась прежней - железобетонная переливная ячеистая, но вместо щелевого селеводосброса, который не контролирует прохождение паводка в НБ, предложено построить водовыпуск, расположенный в теле ячеистой плотины. Его задача – количественно ограничить прохождение воды через сооружение; для этого его вход тарифируется (окно водовыпуска).

Водовыпускной тракт, включает в себя:

- щелевой водоприёмник с перекрытиями и организацией водоприёмных окон с решётками;
- тарифированный глубинный водовыпуск;
- отводящую безнапорную галерею.

Такая конструкция водосбросного тракта позволяет накапливать твёрдую составляющую селя в селехранилище, а водную составляющую трансформи-

ровать по времени, по величине и пропускать в НБ ограниченные не селеопасные расходы 26.2 м³/с.

Строительство бетонной ячеистой плотины предпочтительно по соображениям надёжности, т.к. в случае переполнения селехранилища, при каких-либо неблагоприятных сочетаниях чрезвычайных обстоятельств, глухая земляная плотина может быть разрушена, в то время как бетонная ячеистая плотина при переполнении селехранилища позволяет осуществить сброс селевого потока в нижний бьеф по водосбросу ячеистой плотины. Возведение ячеистой плотины значительно сокращает площадки под

строительство и карьер. Эстетическое восприятие самой плотины в увязке с рельефом долины более выгодно в сравнении с чисто грунтовой.

Применение бетонной ячеистой конструкции плотины с тарированным водовыпуском, позволяет уменьшить площадь селехранилища и высоту плотины. Это происходит за счёт учёта баланса селехранилища (селевых отложений и пропуска свободной воды наносоводного селя в нижний бьеф плотины по водопропускному тракту) в создаваемой ёмкости.

Требуемая высота плотины при аккумуляции расчётного селя $W_{с1\%}=2.301$ млн.м³ определена расчётом и составляет 38.0 м. Площадь селехранилища – 132.25 тыс.м². Согласно СНиП РК 3.04-01-2008, таблица П1.1, плотина и все её основные сооружения относятся к III классу. По критериям социально-экономической ответственности и условий эксплуатации, плотина относится ко II классу. Принимаем более высокое значение, а именно, II класс сооружений.

Состав сооружений

Селезадерживающая плотина состоит из:

1. Ячеистой плотины.
2. Земляной плотины.
3. Сопрягающих сооружений.

Перед селезадерживающей плотинной производится расчистка ранее отложившегося слоя селевых отложений – это карьер для возведения сооружений селезадерживающей плотины (за счёт карьера значительно увеличивается ёмкость селехранилища). По дну карьера выполняется подводящий канал водовыпуска – это будет новое русло реки, по которому бытовой сток реки Улькен Алматы подводится к водоприёмнику водопропускного тракта. В конце водопропускного тракта выполняется сопряжение водопропуска с естественным руслом водотока.

Ячеистая плотина располагается в центральной части селезадерживающей плотины. Её плановые габариты:

- ширина 68 м;
- длина 127 м;
- высота 37.6 м.

На гребне центральной части ячеистой плотины расположена переливная стенка – водослив. Ширина водослива принята равной 46 м, что близко к ширине селевого вала в створе плотины. Указанная ширина принята из условия кратности ширины перелива и ширины ячеек. В плане железобетонные ячейки имеют размеры $L \times B = 12.8 \times 8.0$ м. Толщина продольных и поперечных стен одинакова и равна 1.5 м, а толщина передней

(лобовой) стенки – 2.0 м. В поперечном профиле ячеистая плотина имеет 8 стенок (7 ступеней) с общим перепадом в 33.0 м. Ступенчатая конструкция позволяет частично гасить энергию возможного (нерасчётного) селевого

потока и тем самым ослабить его разрушительное воздействие в нижнем бьефе плотины.

Сопражение бетонной части плотины с бортовыми грунтовыми примыканиями выполняется бетонными ячеистыми устоями по конфигурации, близкими к очертанию низового откоса грунтового примыкания. Превышение стен устоев над лобовой стенкой селесбросной части плотины составляет 3.5 м. Засыпка ячеек береговых устоев и ячеистой плотины производится грунтом прежних селевых отложений, завозимых из карьера, расположенного в чаше селехранилища. Верхний слой каменной перегрузки ячеек распределяется по габионам 1.0×1.0×1.0 м. Валунно-галечник в карьере подвергается сортировке.

Содержание валунов в засыпке ограничивается размерами до 50 см. В нижнем бьефе за бетонными раскрылками выполняется крепление откоса камнем диаметром не менее 60 см.

Водовыпуск

Водовыпуск образует водовыпускной тракт внутри ячеистой плотины.

Водовыпускной тракт - это двухниточное сооружение, состоящее из «щелевой» приёмной части и глубинной водовыпускной части. Водовыпускной тракт устраивается в створе ячеистой плотины между вторым и третьим рядом ячеек, разделительная грань ячеек является стенкой глубинного водовыпуска. Водоприёмная «щелевая» часть выполняется в виде высоких подпорных стен, которые имеют конфигурацию, аналогичную центральной части земляной плотины - ширина одной «щели» - 1.5 м. Между стенами (в «щелях») по высоте устраиваются железобетонные балки (сечением В×Н=2×2) с просветом по вертикали от 2.5 м внизу и 5.0 м в верхней части водосброса. Всего железобетонных балок 14 штук. Балки образуют сквозную конструкцию, через которую свободно может проходить водный сток. Верхняя часть «щелевой» конструкции перекрыта монолитными железобетонными плитами толщиной 1.2 м, и образует шесть ярусов. Отметка верха плит второго, пятого и шестого ярусов сопрягается с переездами на отм. 1 590.00, 1 600.00 и 1 603.80 м. Между всеми шестью ярусами фронтально потоку устраиваются водоприёмные окна шириной 1.5 м и высотой 2.6 м. Для задержания крупных составляющих селевого потока и мусора, водоприёмные отверстия на всех ярусах перекрыты сороудерживающими решётками размером 1.5×2.8 с просветом между стержнями 10 см.

Щелевая приёмная часть заканчивается на оси створа плотины глубокой забральной балкой толщиной 2.0 м, за забральной балкой начинается глубинный водосбросной тракт. Ширина глубинного водосбросного тракта - 1.5 м. Входной оголовок глубинного водосбросного тракта прямоугольный, тарируется на пропуск максимального допустимого расхода воды, пропускаемого в нижний бьеф (суммарный расход двух

ниток не превышает солеобразующий расход 26.2 м³/с) ширина входного оголовка – 0.6 м, высота оголовка - 1.1 м. От истирания оголовков облицовывается чугунными плитами толщиной 50 мм. Крепление водовыпускного тракта выполняется аналогично тракту на селезащитной плотине р. Талгар: по дну проектируемого водосброса устраивается защитная облицовка из крупно габаритных гранитных блоков толщиной 0.5 м. Блоки, размер которых $B \times H \times L = 1.0 \times 0.5 \times 1.4$ м, раскладываются поперёк потока по слою бетонной подготовки толщиной 10 см. Одна сторона блока защемляется вутон стенки по ширине 20 см. Вуты, в свою очередь, защищены от истирания чугунными плитами 50×50 см и толщиной 5 см. Верхняя сторона каждого блока, в зависимости от его ширины, анкеруется к плите основания водосброса одним или двумя арматурными анкерами на глубину 0.4-0.5 м. Швы между блоками заполняются цементным раствором. В поперечном сечении водосброс разрезан двумя деформационными швами с уплотнением шва (уплотнительная шпонка «Sika O-32» и оклейка пенополистирольными плитами $t=25$ мм).

Механическое оборудование

В состав механического оборудования ячеистой плотины входят: сороудерживающие решётки и ремонтные щиты. Ремонтные щиты при необходимости устанавливаются в те же пазы, что и сороудерживающие решётки. Установка ремонтных щитов необходима во время проведения осмотра водопропускного тракта и выполнения ремонтных работ.

Земляная плотина

В состав земляной плотины входят: левобережное и правобережное бортовые грунтовые примыкания и грунтовая пригрузка ячеистой плотины со стороны верхнего бьефа в её центральной части. Левобережное и правобережное бортовое примыкание отсыпается до отметки 1 610.0 м.абс., что превышает на 3.5 метра лобовую стенку бетонной ячеистой плотины (отм. 1 606.5 м). Длина по гребню левобережной части плотины – 156.7 м; правобережной части – 105.5 м, центральной части – 68 м. Общая длина плотины по гребню равна 330.2 метра. Ширина по гребню плотины – 10 м. Заложение откосов: левобережной части – от 1:1.6 до 1:2.4; правобережной части – 1:2.5 (НБ) и 1:3.4 (ВБ). Тело плотины однородно и отсыпается из гравийно-галечника. Средний объёмный вес скелета грунта в насыпи должен быть не менее плотности грунта в естественном сложении и составлять не менее 2.1 т/м³

Для проезда через гребень плотины по левобережному примыканию устраивается автодорога. Ширина полотна дороги – 10.0 м. Со стороны откоса дороги устанавливаются сборные бетонные блоки ограждения; со стороны откоса плотины, для отвода поверхностных вод, прокладываются дорожные лотки и в низких местах под дорогой устраиваются водопропускные трубы. Покрытие проезжей части дороги шириной 6 м

выполняется из асфальтобетона. Уклон дороги по плотине $i \leq 0.09$. Грунтовая пригрузка лобовой стенки железобетонной ячеистой плотины (центральная часть), отсыпается до отметки 1603.5 м с приведённым заложением откосов, шириной по верху – 19.5 м.

Заключение

1. Участок работ расположен в долине р. У. Алматы ниже устья своего левобережного притока р. Аюсай примерно в 500 м. Абсолютные отметки поверхности земли участка строительства изменяются в пределах от 1 540 до 1 630 м.

2. Участок строительства расположен в пределах среднегорной области с сильно расчлененным рельефом тектоно-скульптурного геоморфологического комплекса. Крутизна бортов долины реки изменяется от 10 - 15° в нижней части склонов местных водоразделов до 35 - 40° в верхней. На участках обширных обнажений скальных пород крутизна откосов нередко достигает 60 - 90°. Уклоны тальвегов приточных долин изменяются в пределах 0,05 - 0,15. Перепад высот от тальвегов к местным водоразделам изменяется в пределах 25 - 100 м.

Склоны левого борта долины р. У. Алматы покрыты лесом (ель, осина) с кустарниковой растительностью, однако мощность почвенно-растительного слоя и покровных делювиальных отложений здесь невелика и не превышает соответственно 0,1 - 0,20 и 1,5 - 2,5 м.

Склоны правого борта реки покрыты травянистой растительностью, кустарниками, и только в отдельных местах (местами вдоль русла и по поперечным склоновым депрессиям) залесены отдельно стоящими лиственными деревьями. Осыпи, как правило, небольшие (площадью в пределах 20 - 150 м²) и развиты преимущественно у подножия наиболее крупных скальных обнажений. Редко в средней части склонов правого берега по неглубоким продольным депрессиям на склонах развиты курумники с размером обломочного материала до 250 мм в поперечнике протяжённостью до 50 - 70 м и шириной 1 - 5 м. Мощность курумников не превышает 1,5 м.

Общий уклон участка строительства на север под углами 3 - 5°. Отдельные поверхности бугров и увалов имеют уклоны до 10°.

3. Донная часть долины р. У. Алматы в пределах изучаемого участка имеет бугристо-увалистый рельеф, сформированный валунными грунтами с преимущественным размером валунов 0,3 - 0,9 м. Особенно крупные валуны, достигают размеров 2,5 - 5 м.

4. В пределах изучаемого участка наиболее широкое развитие получили четвертичные отложения: верхнечетвертично-современные аллювиально-пролювиальные отложения донной части долины реки, делювиальные отложения склонов, покрытые почвенно-растительным слоем. Почвенно-растительный слой (pdQ_{IV}) развит по склонам повсеместно и представлен суглинком с включением щебня, дресвы и корнями растений. Мощность его составляет 0,3 - 0,6 м. Техногенные грунты (автодороги и площадки отдыха). В качестве коренных пород

выделены граниты верхнего девона. В основании проектируемого сооружения выделено 4 инженерно-геологических элемента:

1. ИГЭ-1. Современные делювиальные отложения ($d Q_{IV}$),
2. ИГЭ-2. Верхнечетвертично-современные аллювиально-пролювиальные отложения ($ap Q_{III-IV}$),
3. ИГЭ-3. Скальные грунты, представленные верхнедевонским гранитоидным комплексом ($\gamma 1 D_3$).
4. ИГЭ-4. Современные техногенные грунты ($t Q_{IV}$).

4.1. ИГЭ-1. Современные делювиальные отложения ($d Q_{IV}$), представленные преимущественно суглинками с включением дресвы и щебня и, реже, щебенистыми грунтами с суглинистым заполнителем, залегающими линзами и маломощными слоями на скальных грунтах. Мощность отложений не превышает 2,5 м. Обобщённое наименование разновидности грунтов – суглинок со щебнем (дресвы и щебня – 24,1 %). Суглинки непросадочные:

- склоновые отложения малой мощности, постоянно подвергающиеся динамическому воздействию (медленные перемещения, землетрясения), замачиванию и резким температурным изменениям;
- в грунтах установлено высокое (23 - 44 %) содержание обломочного материала крупнее 2 мм, а с учётом песчаных частиц (фракции 0,05 - 2 мм), содержание обломочного материала достигает 76 %.

4.2. ИГЭ-2. Верхнечетвертичные-современные аллювиально-пролювиальные отложения ($ap Q_{III-IV}$), представленные преимущественно валунными грунтами с песчаным и супесчаным заполнителем 1,4...14,5 %, при среднем значении 7,54 %.

4.3. ИГЭ-3. Скальные грунты, представленные верхнедевонским гранитоидным комплексом (петрографически – гранитов с дайками габброидов и диоритов, (γD_3)).

4.4. ИГЭ-4. Современные техногенные грунты ($t Q_{I-V}$). Литологически грунты представлены преимущественно галечниковыми грунтами с песчаным заполнителем плотного сложения 29,7 - 36,1 %, при среднем значении 33,33 %.

5. Подземные воды по створу проектируемой плотины вскрыты на глубинах от 1,37 м в основании левобережного примыкания, до 12,50 м левый берег р. Б. Алматинка). Прогнозируемый подъём УГВ в пределах 1,5 м. По содержанию сульфатов (12 - 42 мг/л) подземные воды неагрессивные. По содержанию хлоридов (7,1 - 14,2 мг/л) подземные воды неагрессивные. Подземная вода обладает углекислой средней агрессивностью к бетону (марки W4 и W6) и выщелачивающей агрессивностью к бетонным конструкциям толщиной менее 0,5 м на обычном и сульфатостойких портландцементе.

6. Агрессивность грунтов к бетонным и железобетонным конструкциям. ИГЭ-1. Суглинок со щебнем. Коррозионная активность к стали высокая – удельное электрическое сопротивление изменяется в пределах 6,8-81,1 Ом.м. Содержание сульфатов SO₄²⁻ – 160 - 300 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – агрессивность для бетона на портландцементе слабая. Содержание хлоридов Cl⁻ – 30 - 140 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – грунт неагрессивный.

ИГЭ-2. Грунт валунный. Коррозионная активность к стали низкая, удельное электрическое сопротивление составляет 73,1 - 249,0 Ом.м. Содержание сульфатов SO₄²⁻ – 20-140 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – грунт неагрессивный. Содержание хлоридов Cl⁻ – 20 - 40 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – грунт неагрессивный.

ИГЭ-4. Грунт галечниковый с песчаным заполнителем. Коррозионная активность к стали низкая, удельное электрическое сопротивление составляет 54,1 - 249,0 Ом.м. Содержание сульфатов SO₄²⁻ – 80 - 170 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – грунт неагрессивный. Содержание хлоридов Cl⁻ – 20 - 40 мг/кг. В зоне влажности нормальной и влажной – грунт неагрессивный.

7. Грунты всех ИГЭ не засолены:

ИГЭ-1 – сухой солевой остаток составляет 0,074.. - 0,120 %.

ИГЭ-2 – содержание солей изменяется в пределах 0,048 - 0,061 %.

ИГЭ-4 – содержание солей изменяется в пределах 0,048 - 0,088 %.

8. Агрессивность грунтов по отношению к с алюминиевой и свинцовой оболочкам кабелей:

ИГЭ-1. Суглинок со щебнем. Агрессивность грунтов по отношению к с алюминиевой и свинцовой оболочкам кабелей средняя – рН = 7,0 - 7,9, органика – 10,2 - 10,4 %.

ИГЭ-2. Грунт валунный. Агрессивность грунтов по отношению к с алюминиевой и свинцовой оболочкам кабелей средняя – рН = 6,9 - 7,6, органика – 1,5 - 4,6 %.

ИГЭ-4. Грунт галечниковый с песчаным заполнителем. Агрессивность грунтов по отношению к с алюминиевой и свинцовой оболочкам кабелей средняя – рН = 6,9 - 8,1, органика – 2,6 - 4,0 %.

9. Фоновая сейсмичность участка работ (СП РК 2.03-30-2017, Приложение Б, населённый пункт – г. Алматы):

Карта общего сейсмического зонирования территории Казахстана (ОСЗ-2475) для периода повторяемости 475 лет.	Карта общего сейсмического зонирования территории Казахстана (ОСЗ-22475) для периода повторяемости 2475 лет.
9	9

Карта общего сейсмического зонирования территории Казахстана (ОСЗ-1475) для периода повторяемости 475 лет, пиковые ускорения грунта в долях g для скальных грунтов.	Карта общего сейсмического зонирования территории Казахстана (ОСЗ-12475) для периода повторяемости 2475 лет, пиковые ускорения грунта в долях g для скальных грунтов.
0.38	0.73

Тип грунтовых условий площадки строительства (табл. 6.1):

- крупнообломочные грунты– II;
- скальные грунты– IB.

Значения расчетных ускорений αg (в долях g) на площадках строительства с типами грунтовых условий (СП РК 2.03-30-2017, Приложение Е, населённый пункт г. Алматы):

Тип грунтовых условий	IB	II
Значения расчетных ускорений αg (в долях g)	0,487	0,535

Значения расчетных горизонтальных и вертикальных ускорений αg и α_{ag} на площадке строительства по типам грунтовых условий (СП РК 2.03-30-2017, пп. 6,2, 6,3, 7.5.5, 7.5.6):

Тип грунтовых условий	IB (скальный грунт)	II (крупнообломочный)
На склоне водораздела		
Значения расчетных горизонтальных ускорений αg , в долях от g .	0,774	1,196
Значения расчетных горизонтальных ускорений α_{ag} , в долях от g .	0,542	0,957

Тип грунтовых условий	IB (скальный грунт)	II (крупнообломочный)
В основании склона		
Значения расчетных горизонтальных ускорений αg , в долях от g .	0,645	0,997
Значения расчетных горизонтальных ускорений α_{ag} , в долях от g .	0,452	0,698

10. По совокупности всех климатообразующих факторов согласно схематической карте климатического районирования (СНиП РК 2.04-01-2001) участок исследований относится к подрайону IIIB (согласно таблицам

3.14 «Критерии климатического районирования» и 3.4 «Средняя за месяц и год амплитуды температуры воздуха», а также и рис. 1 «Схематическая карта климатического районирования территории Республики Казахстан для строительства» Приложения А.

Снеговой район – III. Высота снежного покрова средняя из наибольших декадных за зиму составляет 22,5 см, максимальная из наибольших декадных составляет 43 см. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова 102 дня (табл. 5.10-5.11). Снеговая нагрузка – 100,0 кг/м² или 1,00 кПа. (СНиП 2.01.07-85).

Ветровой район строительства – III, согласно СП РК 2.04-01-2017 Приложение А, (Схематическая карта по базовой скорости ветра). Ветровая нагрузка – 0,38 кПа (рис. 4.3. Схематическая карта по базовой скорости ветра).

Характерной особенностью температурного режима исследуемой территории является большая продолжительность тёплого периода года – 7 месяцев (апрель – октябрь). Самые жаркие месяцы июль и август со среднемесячной температурой +23,5 и +22,3°С соответственно.

Максимальная среднемесячная температура с обеспеченностью 0,95 составляет +28,2°С, с обеспеченностью 0,98 составляет +31,5°С. Абсолютная максимальная температура воздуха составляет +43°С. Согласно табл. 3.1. СП РК 2.04-01-2017, температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 составляет минус 20,1°С (-20,1°С).

Наиболее холодный месяц, январь, характеризуется среднемесячной температурой минус 6,5°С. Минимальная среднемесячная температура месяца с обеспеченностью 0,92 составляет минус 28°С, с обеспеченностью 0,98 – минус 30°С. Абсолютная минимальная температура составляет около минус 38°С. Средняя годовая температура воздуха по району составляет +8,9°С.

Среднемесячная и годовая температура воздуха, в° С:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-6,3	-5,6	-1,8	+3,8	+8,5	+12,4	+14,9	+13,9	+9,7	+5,4	-1,5	-4,5	+4,0

Среднемноголетнее годовое количество осадков составляет 906 мм, при этом наибольшее количество осадков приходится на тёплый период года (наиболее селеопасный) – май-сентябрь – 513 - 603 мм. Минимум осадков наблюдается в период с декабря по март. Ориентировочная дата образования устойчивого снежного покрова 4 ноября. Снежный покров сохраняется в течение 179 дней. Наибольшая декадная высота снежного покрова за зиму составляет 117 см. Вес снегового покрова перед началом весеннего снеготаяния составляет 28 МПа (280 кг/см²).

Среднемесячное и годовое количество осадков, в мм:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
28	31	67	134	173	139	88	63	45	55	51	32	906,0

11. Глубина промерзания грунтов:

- суглинки – 1,07 м;
- насыпной и галечниковый грунт – 1,39 м;
- крупнообломочный грунт – 1,58 м.

12. Учитывая неравномерную обводнённость основания плотины необходимо предусмотреть мероприятия по регулированию отводу воды из родников и ручьёв.

13. Оценка подтопляемости территории выполнена в соответствии с таблицей Щ.2 (СП РК1.02-102-2014. Инженерно-геологические изыскания для строительства, Приложение Щ.2). В основании проектируемой плотины можно выделить два участка по подтопляемости в связи с тем, что УГВ имеет резкий уклон слева направо по оси плотины. Глубина УГВ изменяется от 1,37 м до 5,58 м и 12,50 м.

Левая сторона донной части долины реки отнесена к району I-A – участок подтоплен в естественных условиях: уровень воды ($H_{ср}$) на участке составляет 1,37 м, критический уровень ($H_{кр}$) составляет 2,0 м. Таким образом, согласно неравенству $H_{кр}/H_{ср} \geq 1$ $2,0/1,37 = 1,46 > 1$.

Остальная территория может быть отнесена к району II-A2 участок, потенциально подтопляемый в результате экстремальных природных ситуаций (в многоводные годы, при катастрофических паводках).

14. При посадке сооружений необходимо полностью убирать почвенно-растительный слой и делювиальные образования.

Список использованной литературы

	Фондовые материалы		
1	Инженерно-геологические условия на участках сквозных селезадерживающих сооружений №2 на реке Большой Алма Атинке и №4 на реке Кумбель. № 251-3-т.4.	Гидропроект» им. С. Я. Жука.	Алма-Ата, 1970
2	Отчет по теме: «Геологические и сейсмостектонические условия. Юго-Восточная зона». К «Схеме развития гидроэнергетики Казахстана (Джунгарский и Кетмень-Заилийский регионы)»	Инженерная Академия РК.	Алматы, 1995
3	Строительство селезадерживающей плотины в верховьях реки Большая Алматинка, ниже устья реки Аюсай. ТЭО. Отчёт об инженерно-геологических изысканиях. Приложение 2. № 93-2006-10-04 ГЕО.	ТОО «КазГИДРО	Алматы, 2006
4	Строительство селезадерживающей плотины в верховьях реки Большая Алматинка, ниже устья реки Аюсай. Доработка (ТЭО). Отчёт об инженерно-геологических изысканиях. № 134-2008-ГЕО-т.1	ТОО «КазГИДРО»	Алматы, 2008
5	Схема селезащиты населенных мест бассейна рек Заилийского Алатау. Отчёт о рекогносцировочном инженерно-геологическом обследовании бассейна р. Б. Алма-Атинки. № 033-3-т.2.	«Гидропроект» им. С. Я. Жука. Казахский филиал	Алма-Ата, 1965
6	«Ведение мониторинга опасных геологических процессов на Каскелен – Талгарском полигоне » 2008-2018г. г.	ТОО «Алматыгирогеология»	Алматы, 2018 г
	Нормативная литература		
7	Грунты	ГОСТ 25100-2011	МНТКС, 2011
8	Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.	ГОСТ 20 522-96	Астана, 2004
9	Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.	СП РК 1.02-104-2014	Астана, 2014
10	Инженерно-геологические изыскания для строительства.	СП РК 1.02-102-2014	Астана, 2015
11	Основания зданий и сооружений	СНиП РК 5.01-01-2002	Астана, 2002
12	Сборники сметных норм и расценок на строительные работы. Сборник 1. Земляные работы.	СН РК 8.02-05-2002	Астана, 2003
13	Сборники сметных норм и расценок на строительные работы. Сборник 3. Буровзрывные работы.	СН РК 8.02-05-2002	Астана, 2003

Пртложение А

Обзорная карта

масштаб 1:200 000

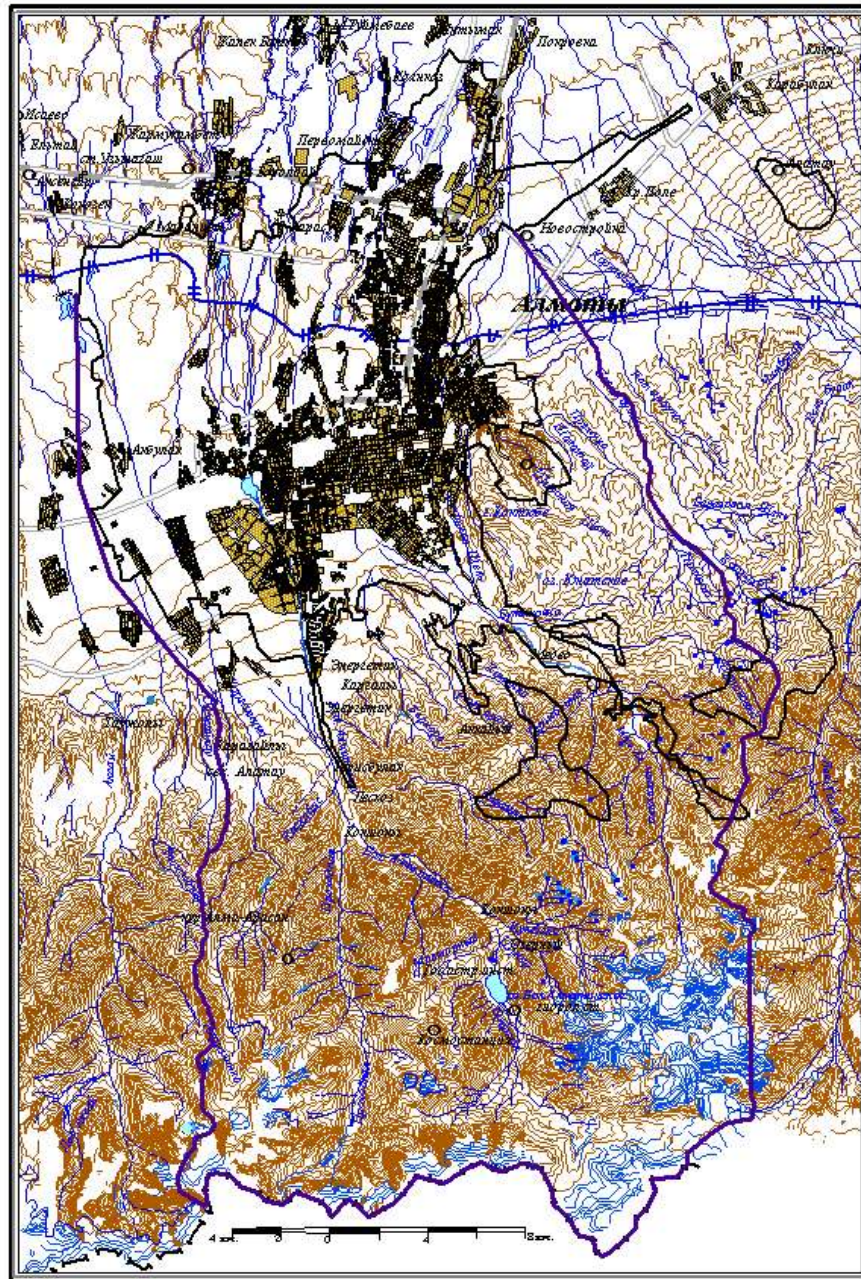


рис.1



граница города



площадь работ