

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Особенности формирования водного стока рек северного склона Талгарского массива (Республика Казахстан)

УДК 627.81(574):528.9

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM82	Черноштан Анастасия Викторовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Диденко Анастасия Владимировна	канд. филол. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н., доцент		

Томск – 2020 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ82	Черноштан Анастасии Викторовне

Тема работы:

Особенности формирования водного стока рек северного склона Талгарского массива (Республика Казахстан)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – реки северного склона Талгарского массива, Заилийский Алатау (Республика Казахстан). В работе использованы материалы гидрометеорологических наблюдений службы РГП «Казгидромет»[58], материалы зала диссертаций Национальной библиотеки Республики Казахстан[8,10,24-25], космические снимки миссий SRTM, Landsat 8[12], легенда к геологической карте Южного Казахстана[39].</p>
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Состояние изученности проблемы исследований 2. Природные условия и геологическое строение объекта исследований 3. Методика проведенных исследований 4. Формирование и распределение стока 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность 7. Раздел на иностранном языке
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схематическая карта изолиний среднегогодовой испаряемости и сумм атмосферных осадков Южного Прибалхашья; 2. Схема гидрогеологического районирования Алматинской области (по Дмитровскому); 3. Схематическая карта пространственного распределения осадков (составлена исполнителем ВКР); 4. Схематическая карта водосборных областей рек зоны формирования (составлена исполнителем ВКР); 5. Схематическая карта ландшафтов (составлена исполнителем ВКР); 6. Схематическая карта проницаемости горных пород (составлена исполнителем ВКР);
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Маланина В. А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Скачкова Л. А.</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Диденко А. В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	
<p>Состояние изученности проблемы исследований, п.1</p>	
<p>Природные условия и геологическое строение объекта исследований, п.2.1, п.2.2, п.2.3, п.2.4, п.2.5, п.2.6, п.2.7, п.2.7.1</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Черноштан Анастасия Викторовна		

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки Природообустройство и водопользование

Уровень образования высшее профессиональное

Отделение геологии

Период выполнения осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10-12.2018, 01-02.2020	Сбор и обработка исходных материалов	
01-03.2019	Состояние изученности проблемы исследований	
0.3-06.2019	Природные условия и геологическое строение объекта исследований	
01-05.2020	Методика проведенных исследований	
05.2020	Формирование и распределение стока	
05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
05.2020	Социальная ответственность	
06.2020	Раздел на иностранном языке	

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Никитенков Алексей Николаевич	к.г.-м.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н., доцент		

Запланированные результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</i>
Общие по направлению подготовки		
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации,	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных

	инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов	стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
Профессиональные по программе «Чистая вода»		
P9	Использовать знания в области гидрогеохимии для оценки химического состава и качества природных вод, состояния систем и сооружений природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P10	Разрабатывать документацию по эксплуатации систем и сооружений водоснабжения и водоподготовки	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P11	Проводить эксплуатацию систем водоснабжения и водоподготовки, исследовать состояния водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM82	Черноштан Анастасии Викторовне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

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

– Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<ul style="list-style-type: none"> - Оклад инженера – 17000 руб. в месяц; - Оклад руководителя проекта – 38000 руб. в месяц. - Человеческие ресурсы – 2 человека (руководитель и студент-дипломник).
– Нормы и нормативы расходования ресурсов	Годовая норма амортизации составляет 40 %
– Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	<p>Формирование плана и графика научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка диаграммы Ганта. <p>Формирование бюджета затрат на научное исследование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	<ul style="list-style-type: none"> - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта - Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Временные показатели проведения научного исследования

3. Материальные затраты
4. Баланс рабочего времени
5. Расчёт основной заработной платы
6. Заработная плата исполнителей НТИ
7. Отчисления во внебюджетные фонды
8. Расчёт бюджета затрат НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM82	Черноштан Анастасия Викторовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM82	Черноштан Анастасии Викторовне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Особенности формирования стока рек северного склона Заилийского Алатау	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются реки северного склона Талгарского массива, Заилийский Алатау (Южный Казахстан). Камеральные работы по обработке результатов исследований осуществляются с помощью ПК. Область применения – прикладная гидрология
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ [1] 2. СанПиН 2.2.4.548–96 [2] 3. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [3] 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 [4] 5. СП 52.13330.2016 [5] 6. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [6] 7. ТД РФ[10] 8. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ [7] 9. СП 51.13330.2011 [8] 10. ГОСТ 17.4.3.04-85 ССОП [9]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	При выполнении камеральной обработки выявлены возможные вредные факторы производственной среды, такие как: – недостаточная освещенность рабочей зоны – отклонения показателей микроклимата; – монотонный режим работы; – степень нервно-эмоционального напряжения; – поражение электрическим током; – электромагнитные излучения; – возникновение пожаров.
3. Экологическая безопасность:	При выполнении камеральных работ воздействие на атмосферу и гидросферу отсутствует. Воздействие на литосферу происходит при утилизации ПК.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможной чрезвычайной ситуацией при выполнении камеральных работ является возникновение пожара.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			01.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ82	Черноштан Анастасия Викторовна		01.02.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 114 с., 21 рис., 33 табл., 65 источников, 1 прил.

Ключевые слова: речной сток, Талгарский массив, формирование, природные факторы.

Тема выпускной квалификационной работы - Особенности формирования водного стока рек северного склона Талгарского массива (Республика Казахстан)

Объектом исследования является водный сток рек северного склона Талгарского массива - центральной части Заилийского Алатау, Южный Казахстан.

Цель исследования – определение роли природных факторов, оказывающих влияние на формирование водного стока рек северного склона Талгарского массива. Главным результатом данной работы является получения математической модели рельефа с гидрографической сетью, распределением осадков, ландшафтными и геологическими характеристиками.

Исходными данными для моделирования в данной работе являются спутниковые снимки цифровой модели местности SRTM, спутниковые снимки дистанционного зондирования Земли Landsat 8, многолетние данные гидрометеорологических наблюдений исследуемой территории. Основная часть исследования осуществлялось в ПО ArcGIS.

В работе приводятся методика проведения исследования, результаты получения морфометрических характеристик рек, руслового стока, степени влияния геологического фактора, природного фактора – ландшафтов и растительности зоны формирования стока объекта исследований.

Также произведён расчёт стоимости исследования, произведена оценка конкурентоспособности методики исполнения. Произведена оценка безопасности выполнения данного исследования для человека и окружающей среды.

Оглавление

Оглавление	12
ВВЕДЕНИЕ	15
1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	16
1.1 Изученность территории.....	16
1.2 Обзор современных представлений о стоке и водных ресурсах	17
2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	22
2.1. Физико-географическое описание района	22
2.1.1 Административное положение	22
2.2 Рельеф.....	22
2.3 Климат	23
2.4 Гидрография	25
2.5 Геологическое строение и стратиграфия.....	28
2.6 Гидрогеологические условия.....	30
2.6.1 Характеристика водоносных горизонтов и комплексов	30
3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	34
3.1 Характеристика базы данных по стоку и гидрометеорологическим характеристикам.....	34
3.2 Методика создания цифровых карт	35
3.3 Методы гидрологических расчетов	35
3.4 Пространственная оценка гидрометеорологических характеристик территории исследований	39
3.5 Методика анализа морфометрических особенностей водосборов территории	42
3.6 Методика анализа характеристик поверхности на основе снимков Landsat	42
3.7 Методика учета геологического фактора	42
3.8 Методика оценки факторов, влияющих на величину и распределение модулей подземного стока	43
4. ФОРМИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА	45
4.1 Характеристика речной сети района и её морфометрических параметров на основе цифровой модели рельефа	45
4.2 Изменение стока за многолетний период наблюдений	51

4.3 Внутригодовая динамика стока	51
4.4 Изменчивость стока в зависимости от характеристик поверхности территории (Landsat) и геологии	51
4.5 Закономерности изменения модуля стока.....	52
Выводы по разделу	52
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	54
5.1 Предпроектный анализ	54
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	54
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
5.2 Инициация проекта	57
5.2.1 Цели и задачи исследования.....	57
5.2.2 Структура работ в рамках научного исследования.....	58
Определение трудоемкости выполнения работ	58
5.2.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	61
5.3 Бюджет исследования.....	61
5.3.1 Материальные затраты	61
5.3.2 Основная заработная плата	63
5.3.3 Дополнительная заработная плата научного персонала.....	65
5.3.4 Отчисления на социальные нужды	66
5.3.5 Накладные расходы	66
5.4 Реестр рисков проекта	67
5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	68
Заключение по разделу	70
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	71
Введение.....	71
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	72
6.2 Производственная безопасность	73
6.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению.....	74
6.3.1. Отклонение показателей микроклимата помещения.....	74
6.3.2. Недостаточная освещенность рабочего места	75

6.3.3 Превышение уровня шума	76
6.3.4 Психофизиологические факторы	77
6.3.5 Статическое электричество.....	78
6.3.6 Электрический ток.....	79
6.4 Экологическая безопасность.....	80
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	81
Выводы по разделу	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	86
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	92

ВВЕДЕНИЕ

Северный склон Талгарского массива Заилийского Алатау является одним из значимых объектов в водном балансе территории. Это северные отроги гор Северного Тянь-Шаня, заходящие на территорию Южного и Юго-восточного Казахстана. На его территории, раскинувшейся на 350 км, формируются значительная часть водных ресурсов Алматинской области, а также входит в Балхаш-Алакольский водохозяйственный бассейн[1,2].

Определение роли природных факторов водосборов рек как особенностей формирования стока особенно важно, как для региона, испытывающим дефицит водных ресурсов, так для развития Алматинской агломерации в частности, потребляющей значительную часть водных ресурсов[3,4].

Объектом исследования выступают крупные реки северного склона Заилийского Алатау.

Целью данного исследования является изучение особенностей формирования водного стока рек северного склона Талгарского массива. В ходе работы были поставлены следующие задачи:

- 1) Построить и проанализировать цифровую модель местности для получения гидрографической сети;
- 2) Проанализировать характеристики бассейнов рек, в том числе: морфометрию, годовое распределение осадков, геологические особенности территории, ландшафты и типы подстилающей поверхности;
- 3) Рассчитать статистические характеристики годового стока воды;
- 4) Построить и оценить модель пространственного изменения модуля стока.

Методика исполнения данного исследования отличается новизной, а именно совмещением классического подхода статистического анализа гидрометеорологической информации и элементов математического моделирования ПО ArcGIS.

1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Изученность территории

Первые исследования Заилийского Алатау были в начале XIX века, касающиеся вопросов геологии и рельефа, гидрографии, гляциологии, климата. В исследованиях геологии Заилийского Алатау и Южного Казахстана активное участие приняли такие видные ученые, как Кассин Н.Г., Казанли, Медоев Г.Ц. Н.Н. Костенко, Толстихин Н. И. Фомин В. М. Чаповски Е. Г. Чуринов М. В. Щеголев Д. И., Афанасьев Т. П. Ахмедсафин У. М. Бабинец А. Е. Буачидзе И. М. Духанина В. И. Ефимов А. И. и др. [13,14,15,16,17]. Чакабаевым С. Е. и Голубь А. Г. изучались термальные воды Илийской впадины в контексте их использования в народном хозяйстве. Особенно интенсивно исследования развивались в период Международного геофизического года – МГГ (1957-59 гг.), Международного гидрологического десятилетия – МГД (1965-74 гг.) и Международной гидрологической программы – МГП, когда совместно с другими географическими центрами бывшего СССР были развернуты комплексные исследования во всех горно-ледниковых районах Казахстана. Так, А. Р. Медеу, В. П. Благовещенский, Т. А. Баймолдаев, Т. Л. Киренская, Б. С. Степанов, Жданов В.В. изучают вопросы опасных природных явлений и процессов в горах – сели, оползни, лавины. Гляциологические исследования Заилийского Алатау ведут историю с 1939г. (под руководством Пальгова Н.Н.), проводились Вилесовым Е.Н., Макаревичем К.Г., проводятся Северским И.В, Касаткиным Н.Е., Кокаревым А.Л., Шестеровой И.Н., Уваровым В.Н., Пивень Е.Н. и др.[18,19,20,21,22,23].

Первые гидрологические посты района начали функционировать с 1907-8 гг.(пост У.Алматы – 2 км ниже устья р. Тересбутак и р.К.Алматы – г.Алматы). При этом самыми ранними сохраненными наблюдениями по стоку являются данные 1915-16гг. Всего в рассматриваемом районе исследований за весь период наблюдений функционировало более 250, из которых 34 принадлежали системе РГП «Казгидромет» (Гидрометслужба), а остальные находились под управлением различных ведомств. На данный момент

функционирует 15 постов наблюдения за стоком, 5 – в бассейне р. У.Алматы и 3 – в бассейне р.Киши Алматы, 1 – р.Тургень, 1 – р. Талгар, 2 – р.Каскелен[10].

Чигринцом были определены статистические характеристики годового стока по 157 постам до 2000 года включительно[10].

Характеристики годового стока рек данного района впервые были обобщены Зайковым Б.Д., затем норма годового стока исследовалась Шульцем В.Л., Абрамович Д., Беркалиевым З.Т., Коровиным, Емельяновой Л.А, Ж.Д.Достай, Л.П. Мазур, Е.Н.Пивень [24,25,26,27,28,31] и др. Вопросами годового стока, а также гидрологического мониторинга занимаются такие службы и ведомства, как РГП «Казгидромет», НИИ географии, кафедра метеорологии и гидрологии КазНУ им.аль-Фараби.

1.2 Обзор современных представлений о стоке и водных ресурсах

Данное исследование основывается на базе существующих современных представлений о формировании стока, в основе которого лежат такие факторы, как геологический, климатический, ландшафтный, а также морфометрический.

Согласно [11], стоком является движение воды по поверхности земли, а также в толще почв и горных пород в процессе круговорота ее в природе. Говоря о стоке как расчетной характеристике, делается упор на величину стока, которая показывает количество воды, стекающей с водосбора за какой-либо интервал времени и обычно выражается в виде объема, модуля или слоя стока.

В конкретных природных условиях направление и скорость движения воды по земной поверхности определяются характером этой поверхности и, прежде всего, ориентацией, крутизной и шероховатостью отдельных ее участков или склонов. Стекающая по склонам дождевая или талая вода

движется на начальной стадии в виде отдельных ручейков (склоновый сток), постепенно сливаясь и увеличиваясь. Размывая рыхлые грунты, они образуют борозды, формируют овраги, преобразуя рельеф. В наиболее пониженных участках рельефа, там, где соединяются потоки с разных склонов, вскрывая водоносный горизонт, формируется сравнительно устойчивое русло с постоянным водотоком[59].

Согласно Чеботареву, водосбор - это не только часть земной поверхности, ограниченная водоразделом, но и толща почв и горных пород, прорезаемая рекой и ее притоками. Поэтому водосбор разделяют обычно на поверхностный и подземный [60].

Известно, что толща слагающих речной бассейн почв и горных пород отличается теми или иными фильтрационными свойствами. Поэтому талые и дождевые воды, поступающие на поверхность бассейна, фильтруются, пополняя запасы почвенной влаги и подземных вод. Поверхностный сток по некрутым склонам формируется обычно только при сильных ливнях или интенсивном снеготаянии, когда заполняются водой замкнутые микропонижения рельефа, а интенсивность поступления влаги на поверхность водосбора превышает интенсивность ее потерь на испарение и инфильтрацию в почву. Часть почвенной влаги по крупным порам под воздействием гравитации может стекать в реки в виде почвенного стока, естественно, с гораздо меньшими, по сравнению с поверхностным стоком, скоростями. Еще более замедлено движение подземных вод, и лишь в толще крупнообломочных отложений в горах они весьма динамичны. Основная часть подземных вод, залегающая главным образом выше вреза речного русла, попадает в это русло, или, как мы говорим, дренируется русловой сетью. Время движения, или добегания, подземных вод до русловой сети, в зависимости от конкретных условий, может измеряться сутками, месяцами и даже годами. В результате большого различия скоростей добегания отдельных порций поверхностных, почвенных и подземных вод создаются условия для постоянного (хотя и далеко не одинакового по объему) притока воды в речное

русло[59]. За многолетний период подземное питание характеризуется среднемноголетней величиной, которая равна суммарной разгрузке – норме питания[29].

Итак, речные русла являются естественной дренажной системой, собирающей воду с прилегающей (дренируемой) территории, т.е. бассейна реки. Характер этого дренирования определяется многими условиями, из которых остановимся здесь на двух основных - глубине вреза речного русла и глубине залегания водоносных горизонтов.

Мощность или толщина слоя земной коры, дренируемой реками, определяется в основном глубиной вреза русел этих рек. Практически все подземные воды, формирующиеся выше вреза речного русла, рано или поздно могут стекать в него и вновь принимать участие в общей системе водооборота. Эта толща горных пород, дренируемая реками, называется зоной интенсивного или свободного водообмена. Пределами этой зоны обычно и ограничивается снизу подземная часть водосборного бассейна реки. Водообмен в пределах этой зоны большей частью осуществляется в пределах одного года, а небольшие объемы воды могут достигать речной сети с запаздыванием в несколько лет.

Речным стоком считается лишь «сток, происходящий по речной сети»[61]. Однако, когда речь заходит о речном стоке в самом широком смысле, а именно об условиях его формирования, в центре внимания будут процессы, происходящие во всем речном бассейне, представляющем единый природный комплекс. Этот комплекс всегда отличается своими индивидуальными особенностями. Сами особенности, также как климатические и метеорологические факторы, обуславливающие количество и режим поступления влаги из атмосферы, определяют водоносность реки, а также уникальные черты ее водного режима,.

Речной сток формируется в результате воздействия совокупности элементов или факторов атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы. Главенствующая роль в определении величины стока и его изменчивости

принадлежит атмосферным факторам. Однако, в то же время режим стока реки и ее водоносность во многом определяются природными особенностями водосборного бассейна, в границах которого проявляется влияние факторов литосферы, гидросферы и биосферы. Таким образом, речной сток относится к многофакторным природным процессам.

Основной характеристикой стока является его средняя годовая величина, позволяющая судить о водоносности рек, ресурсах поверхностных вод. Водные ресурсы - запасы поверхностных и подземных вод какой-либо территории[11].

Одну из главных ролей в формировании среднего годового стока играет климат. Впервые научно и глубоко обосновал эту связь А.И. Воейков[62]. Позже ряд западноевропейских ученых роль климата количественно выражали через связи средних величин стока и атмосферных осадков, которые оказались весьма приближенными, и только Э.М. Ольдекоп[63], первым оценивший испарение с речного бассейна и его факторы, уточнил формулировку А.И. Воейкова. Д.Д. Соколовский, подводя итог данному направлению исследований, писал: «Таким образом, средний многолетний речной сток в замкнутых речных бассейнах является функцией средних многолетних величин осадков и испарения, т.е. гидрометеорологических компонентов ландшафта, отражающих то соотношение тепла и влаги, которое свойственно данной географической зоне»[64].

На годовой сток реки, являющейся составной частью ландшафта влияют (наряду с указанными основными) и другие его компоненты, или факторы. Многие из них, такие, как почвы, растительность, количество и характер озер и болот, ледники и др. отражают воздействие атмосферы и, прежде всего, увлажнения и теплообеспеченности территории. Поэтому их пространственное распределение и характер влияния на сток во многом подчиняются законам географической зональности. Если же рассматривать такие факторы, как рельеф, геологическое строение – они, напротив, полностью аazonальны. И другие влияют на величину среднего годового стока

«... лишь постольку, поскольку они влияют на величину осадков и испарения, автоматически учитывающих влияние этих факторов». Что касается малых незамкнутых водосборов, то годовой сток с них, под воздействием геологических или других особенностей, может существенно отличаться от зонального[64].

Многие природные факторы по-разному влияют на отдельные характеристики стока. Влияние их зависит также от характера водотока, его расположения в конкретных природных условиях. Более того, эти факторы «... в совокупности и отдельно, в разное время года и в разные годы неоднозначно определяют величину стока и его распределение во времени» [65]. Таким образом, проблема оценки влияния на сток различных факторов многопланова и требует дальнейших серьезных исследований.

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Физико-географическое описание района

2.1.1 Административное положение

Объект исследования располагается в Южном Казахстане, Алматинской области на территории Жамбылского, Карасайского, Талгарского и Енбекшиказахского районов. Территория включает в себя северный склон центральной части Заилийского Алатау (каз. Иле Алатауы) — Талгарский массив. Хребет Заилийский Алатау относится к северному Тянь-Шаню (на границе Казахстана и Киргизии) и на севере ограничен водохранилищем Капчагай, а также частью Джунгарского Алатау. Также в область исследования попадает Алматинская агломерация, включающая в себя город республиканского значения Алматы и ряд населенных пунктов (Талгар, Каскелен, Иссык и пр.) [10,38].

Горная зона входит в территорию ГНПП Иле Алатау и ГПЗ Алматы, низкогорно-предгорная и равнинная – в зону влияния БАКа им.Д.А. Кунаева (междуречье р.Чилик-Чемолган), являющегося одним из крупных и сложных объектов водохозяйственного строительства в РК[10].

2.2 Рельеф

Хребет Заилийского Алатау является одной из крайних северных дуг горной системы Тянь-Шаня. Его местоположение (43° с.ш., в пределах 75-78° в.д.) затрагивает такие сопредельные государства, как Казахстан, Киргизию и Китай. Хребет начинается на западе в пределах реки Чу (Чу-Илийские горы) и простирается на 280 км в восточном направлении до р. Чилик. К северу от осевого гребня хребта склоны полого спускаются к впадине р. Или и равнинам Казахстана, поверхность которой имеет общий уклон на север с изменением абсолютных отметок от 800 метров у подножья гор до 400 метров у

водохранилища Капчагай. На юге хребет отделен от соседнего киргизского хребта Кунгей Алатау продольными межгорными долинами рек Чилик (на восток) и Чонкемин (от центра на запад). В Центральной части - области их истоков - хребты соединяются через Чилико-Кеминский горный узел. В основном преобладают высоты — 4000—4600 м. Высшей точкой Заилийского Алатау является пик Талгар (4973—4979 м). Наиболее высокая часть Заилийского Алатау в окрестности пика Талгар между истоками реки Талгар, верховьем реки Чилик и Чилико-Кеминским горным узлом называется Талгарским массивом. Каждая из вершин имеет свое необычное строение: пик Абая и Карлытау – широкое основание и срезанная вершина, пик Героев – вид обелиска, вершина Иглы Туюксу – обособленные стреловидные пики[24,25].

Заилийский Алатау имеет несимметричный поперечный профиль – в районе Талгарского горного узла, ширина южного склона составляет 8 км, а северного – 30 км[7,10].

Северный склон Заилийского Алатау расчленен в меридиональном направлении, имеет большую крутизну. Четко проявляется характерная закономерность устройства поверхности – ярусное строение. В горной части выделяются 3 высотных пояса рельефа: высокогорно-ледниковый, среднегорный и низкогорно-предгорный, плавно переходящий в предгорную равнину. В пределах предгорной равнины выделяется две зоны: зона конусов выноса и зона предгорной аккумулятивной равнины[10].

2.3 Климат

Климат резко континентальный. По мере повышения местности над уровнем моря континентальность климата сглаживается. В пределах горно-складчатой области прослеживается вертикальная климатическая поясность, выражающаяся в постепенном увеличении количества атмосферных осадков с нарастанием высот от 200 мм на равнине до 800 мм и более на высокогорье и уменьшении среднегодовых температур воздуха и величины испарения. К

горным районам температура летом понижается и на высоте 1000 м и более уменьшается на 3-5 °С. В зимний период температура воздуха наоборот повышается с высотой на 5-7 °С. В предгорьях осадков немного, до высоты 2500 м их количество растет до 1200 мм/год, далее, к гляциально-нивальной зоне осадки стабилизируются на уровне 900-1000 мм. Осадки выпадают летом, зимой всего 30-35%. На высотах свыше 2500 м летом могут выпадать твердые осадки, выше 3900 м круглогодично отрицательные температуры.

В распределении температур наблюдается широтная зональность, которая нарушается на юго-востоке и востоке Балхашской впадины горными массивами.

Количество выпадающих осадков зависит от высоты местности. Сумма атмосферных осадков на равнине за теплый период возрастает с северо-запада на юг и юго-восток от 50 до 110 мм и играет незначительную роль в увлажнении территории. В горах количество атмосферных осадков за май-сентябрь составляет более 1200 мм (рис.2.3)[24].

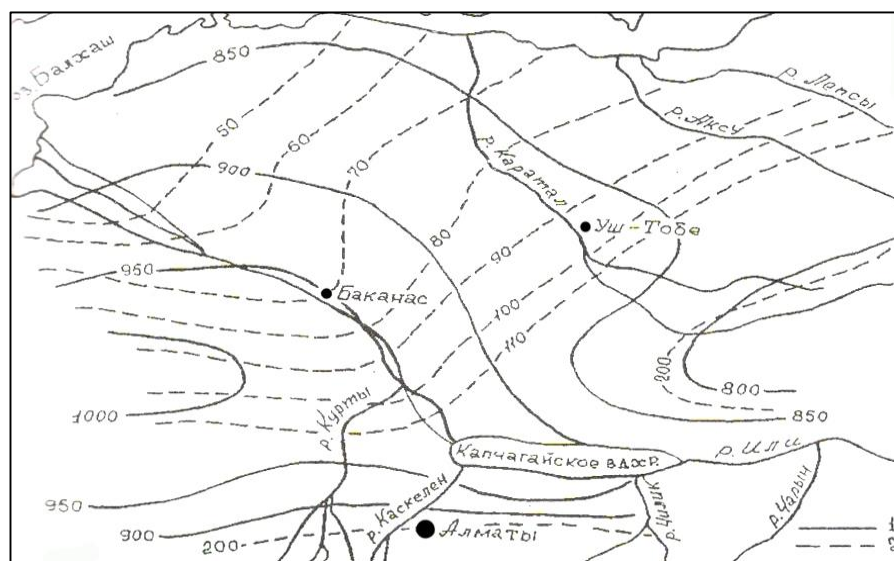


Рис. 2.3 – Схема изолиний среднегогодовой испаряемости (1) и суммы атмосферных осадков (2) за вегетационный период (май-сентябрь) для условий Южного Прибалхашья[6]

Увеличение осадков с высотой местности объясняется обострением атмосферных фронтов вблизи гор, а также наличием конвективной облачности в теплый период года, орографическим восхождением влагоносных воздушных масс. Они изменяются в бассейне р. Киши Алматы от 616мм на

высоте 847 до 1250 мм на высоте 3500-3600 абс. Далее осадки убывают. Распределение осадков неравномерное, наибольшее количество выпадает в центральной части хребта, на восток и запад осадки убывают. Градиент уменьшения годовых осадков на восток и на запад составляет около 5 мм на 1 км склона. Западная часть хребта увлажнена больше, чем восточная, что связано с тем, что значительная часть влаги остается в западной и центральной части хребта при прохождении через них влагоносных воздушных масс. Также характерны два максимума атмосферных осадков, причем весенний больше осеннего, и зимний минимум. Норма твердых осадков с высотой увеличивается – от 23% годовых значений на высоте 1200 м до 59% на высоте 3000 м. Выше 4000 м осадки выпадают практически в твердом виде [10,27,28].

2.4 Гидрография

Северный склон Заилийского Алатау расчленен глубокими речными долинами, от западного водораздела р.Узын-Каргалы до водораздела с р. Чилик на востоке. Склон относится к зоне формирования стока[10].

Река *Тургень* – берет начало на высоте 3423 м хребта Заилийский Алатау и стекает с его северного склона. Площадь водосбора 626 км². Согласно [5], оледенение бассейна составляло 39,5 км², среди которых насчитывалось 34 ледника с объемом льда 1 км³[30]. Длина реки составляет 106 км, средний расход воды 7 м³/с (колеблется от 5,33 до 9,66 м³/с), а объем среднегодового стока - 220 млн. м³/год. Река снежно-ледникового питания. Русло реки слабоизвилистое, галечно-валунное, деформируемое. Берега, высотой до 1,5 метра, крутые, незатопляемые, песчано-галечные, проросшие редким кустарником[5].

Река *Иссык* – берет начало на высоте 3144 м в Заилийский Алатау и стремительно стекает с гор. Площадь водосбора 256 км². Оледенение бассейна составляет 53 км², где насчитывается 49 ледников с объемом льда 2,1 км³. Длина реки 121 км, среднегодовой расход воды 4,9 м³/с (колеблется от 3,86 до 7,17 м³/с), объем стока составляет 155 млн. м³[7].

Река *Талгар* – берет начало с северных склонов гор Заилийский Алатау на высоте 3000 м и впадает в Капчагайское водохранилище. Площадь водосбора 444 км². Оледенение бассейна составляет 117,4 км²[30], где насчитывается 92 ледника с объемом льда 4,5 км³. Длина реки 117 км. Средний многолетний расход воды 10,2 м³/с (колеблется от 7,92 до 13,6 м³/с), объем стока составляет 329 млн. м³[5].

Река *Киши Алматы* (Малая Алматинка, К.Алматы) берет начало на высоте 3200 м с группы ледников, наиболее крупный из которых – Туйыксу[10]. В верховьях долины расположено 19 ледников общей площадью 6,3 км²[30], крупнейшие из них: Иглы Туюксу, Маметовой, Маяковского, Орджоникидзе, Молодежный, Партизан и др. Направление течения реки с юга на север. Площадь водосбора до выхода из гор составляет 118 км²[5], а общая площадь водосбора при впадении в Капчагай составляет 710 км². до появления водохранилища была правым притоком р.Каскелен, а позднее стала самостоятельно впадать. Протяженность 125 км, третья по длине среди рек Или Алатау, уступая р.Чилик и р.Каскелен. Принимает около 20 притоков, большая часть приходится на зону формирования стока (горная часть).

Река *Сарысай* – крупный верхний правобережный приток Киши Алматы, направление течения широтное с востока на запад. Начало берет на высоте 2600-2500 м. Длина 3,28 км, площадь водосбора вместе с р. Чимбулак – 9,53 км³. В 0,5 км от устья в нее впадает приток Чимбулак, длиной 3,25 км, исток которого на высоте 2300 м. Около половины площади занимают альпийские и субальпийские луга. Треть водосбора занята скалами и осыпями, залесенность 25%. В долинах и по ущельям имеется большое количество рыхлообломочного материала. Бассейн реки является селеопасным[10].

В горной части долина реки Киши Алматы глубокая и узкая. Пойма реки слабо развита, обычно неширокая и преимущественно двусторонняя. Ширина русла колеблется от 2 до 12 м. Скорости течения составляют 3,5 м/с. При выходе из гор долина резко расширяется, становится неглубокой. Ширина

русла ниже п.Райымбек колеблется от 5 до 20м, скорость течения не превышает 0,5-1 м/с[10].

На высоте 1100 м разветвляется на 3 рукава: Жарбулак, Есентай и собственно Киши Алматы. Все три используются в качестве магистральных каналов оросительной системы. Сток по ним регулируется головными ГТС, расположенными на участке разветвления. Река Киши Алматы впадает в Капчагайское водохранилище восточнее устья р.Каскелен[10].

Река *Улкен Алматы* является самой многоводной рекой в г. Алматы. Берет начало из ледников на высоте 4000 м и впадает в р.Каскелен. Длина – 96 км. В 2 раза водоноснее Киши Алматы. Площадь водосбора на выходе из гор составляет 280 км², что в 2,2 раза больше Киши Алматы. Общая площадь водосбора при впадении составляет 425 км². Средняя взвешенная высота водосбора составляет 3000 м, наивысшие отметки в верховьях достигают 4300 м. Обладает наиболее значительным оледенением – 55 ледников общей площадью 21,9 км², крупнейший – ледник Главный Большеалматинский[30].

На 14 км вверх по реке от г.Алматы находится Большое Алматинское озеро (БАО) на высоте 2516 м, длина береговой линии составляет 4 км. Река Улкен Алматы протекает по глубокой долине с относительным возвышением склонов 800-1200 м. В средней зоне по склонам располагаются густые заросли кустарников и ели Шренка. Русло реки заметно расширяется по мере продвижения от верховий, где ширина его составляет 5-8 м. К выходу из гор ширина колеблется от 15 до 30 м. Значительные скорости течения 1-7 м/с. Русло сильно завалунено. Пойма двусторонняя, шириной 100-300 м. Ниже выход из гор река вступает на предгорную слабо наклоненную к северу равнину, относящуюся к южной части городской территории, скорость течения падает до 0.9-1,4 м/с. В Улкен Алматы впадает свыше 30 притоков. Значительные: Кумбель, Проходная, Тересбутак, Кызыл-Кунгей, Серкебулак.

Река Кумбель впадает в Улкен Алматы ниже озера, самый крупный приток, длина – 9 км, площадь водосбора – 22,4 км². Лес отсутствует. Справа

река принимает приток Шукыр длиной 5 км и площадью водосбора 7 км². Селеопасна. Падение водосбора составляет 185 м на 1000 м[10].

Река Проходная – самый крупный левобережный приток Улкен Алматы, названа по перевалу. Лесистость 10%. Длина реки 22 км, площадь водосбора – 82 км²[10].

Река *Терисбутак* – правобережный приток, длиной 12 км, площадью водосбора 31 км². Залесенность 15 %. Уклоны поверхности незначительные по сравнению с уклонами других водосборов: в среднем составляют 119 м на 1000 м[10].

Река *Каскелен* – левый приток р. Иле. Берет начало на высоте 3369 м, на выходе из гор стекает по слабо наклоненную к северу равнине в северо-восточном направлении. Впадает в Капчагайское водохранилище. Площадь водосбора 3620 км², оледенение бассейна составляет 12,4 км², где насчитывается 20 ледников с объемом льда 0,51 км³. Длина реки 177 км, средний годовой расход 4,3 м³/с (колеблется от 2,84 до 5,96 м³/с), а объем стока составляет 126 млн. м³. Река снежно-дождевого питания[7].

Река *Чемолган* – левый приток реки Каскелен. Длина 102.3 км, площадь водосбора – 487 км². Питание снежно-дождевое.

Река *Акса́й* — правый приток реки Каскелен, берёт начало в ледниках Заилийского Алатау. Длина 70 км, площадь водосбора 566 км². Бассейн реки расположен в различных ландшафтных зонах-горной и горно-равнинной. Ширина долины у села Аксай 8 м, средняя глубина 0,2—0,7 м, наибольшая— 1,2 м. Среднегодовой расход воды 3,63 м³/с[7].

2.5 Геологическое строение и стратиграфия

Заилийский Алатау относится к Северо-Тяньшаньской складчатой системе. Процесс осадкообразования происходил в протерозое и палеозое. Новейшие тектонические движения плиоцена и плейстоцена сыграли решающую роль в образовании современной поверхности. Хребет образован во времена Каледонской складчатости, сильно переработан в квартере.

Сложен главным образом гранитами, конгломератами, известняками и сланцами. Следствие – три разлома субширотного простирания, где наблюдается наиболее активное движение подземных вод.

К области поднятия можно отнести наиболее высокогорную часть Иле Алатау, к области опускания – зону предгорного прогиба, охватывающую подгорную зону, где палеозойский фундамент погружен на глубину от 100-1200 м (междуречье Тургень-Чилик) до 3500 м (Алмаатинский прогиб) от поверхности земли. Эти огромные котловины заполнены толщами кайнозойских грубообломочных аллювиально-пролювиальных отложений, являющихся основными коллекторами подземных вод. В связи с инверсионным поднятием западной части предгорья (Аксенгирское) русло реки Каскелен отклоняется на восток, а р. Иссык и Талгар отклоняются на запад в связи с интенсивным погружением Алматинской впадины[9].

В пределах территории докембрий представлен сильно метаморфизованными осадочными и магматогенными породами, структурно принадлежащими к внутренним частям антиклинорий и обнажающимися обычно на склонах и вершинах гор. Наиболее древними среди них являются гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, амфиболиты, порфиroidы и туфы, общая видимая мощность их достигает 4 км и более. Возраст этих пород условно датируется как архейский. Стратиграфически выше лежит мощная толща в 3—5 км также сильно измененных осадочных и изверженных пород, относимая к протерозою, докембрийские образования отличаются высокой плотностью и монолитностью. На обнаженных участках глубина распространения трещин выветривания в их толщах не превышает 20—50 м.

Нижний палеозой представлен породами обеих систем — кембрийской и ордовикской, в толщах которых выделены соответствующие им отделы и другие более дробные стратиграфические подразделения. Средне- и верхнекембрийские (См^{2—3}) породы рассматриваются совместно. Метаморфизованные толщи здесь часто содержат алевролиты, кварциты,

порфириты, туфы, туфобрекчии и туфоконгломераты. Мощность средне-верхнекембрийских пород достигает 2 м и более[9].

Верхний ордовик (03) выделен во многих районах. В районах Кунгей-Алатау и Заилийского Алатау, распространены преимущественно валунные и крупногалечниковые конгломераты и песчаники с прослоями эффузивов, алевролитов и известняков. В эти и другие более древние породы здесь на больших площадях внедрены интрузии различного состава. Мощность пород верхнего ордовика определяется в 800—1500 м.

Нижний (P1) и верхний (P2) отделы перми представлены эффузивноосадочными образованиями: порфирами, альбитофирами, туфопесчаниками, конгломератами и алевролитами, содержащими иногда редкие прослои и линзы известняков и глинистых сланцев.

Среди верхнепалеозойских образований широко распространены интрузивные породы, приуроченные к региональным тектоническим зонам, вдоль которых размещены поля их выходов в виде линейно ориентированных полос. В составе их преобладают граниты, граносиениты и гранодиориты.

Породы мезозойской группы большей частью скрыты толщами более молодых осадков. Отложения кайнозоя по сравнению с более древними образованиями имеют самое широкое распространение. Они отсутствуют или почти не сохранились на приподнятых участках горноскладчатых областей, где накопление их или не происходило, или после некоторой аккумуляции происходил размыв.

2.6 Гидрогеологические условия

2.6.1 Характеристика водоносных горизонтов и комплексов

Подземные воды распространены повсеместно, но условия их формирования, транзита, разгрузки и химический состав весьма разнообразны. В пределах межгорных и предгорных впадин, заполненных

мезозойскими и кайнозойскими отложениями, формируются поровые грунтовые и напорные воды. Исследуемый район относится к Тяньшанской горноскладчатой гидрогеологической области [9].

В горных и предгорных районах формирование подземных вод находится в тесной взаимосвязи с поверхностными водами. В горных районах формирование трещинных вод происходит за счет инфильтрации осадков, талых вод ледников и снежников и конденсации паров из воздуха. Большая часть атмосферных осадков просачивается в грунт, формируя трещинные воды. Подземный поток с северного склона Заилийский Алатау в Илейскую впадину, идущий на глубокую инфильтрацию и не дренируемый в горах реками, по данным В.Ф. Шлыгиной [8], оценивается модулем не более $1,7 \text{ л/с км}^2$.

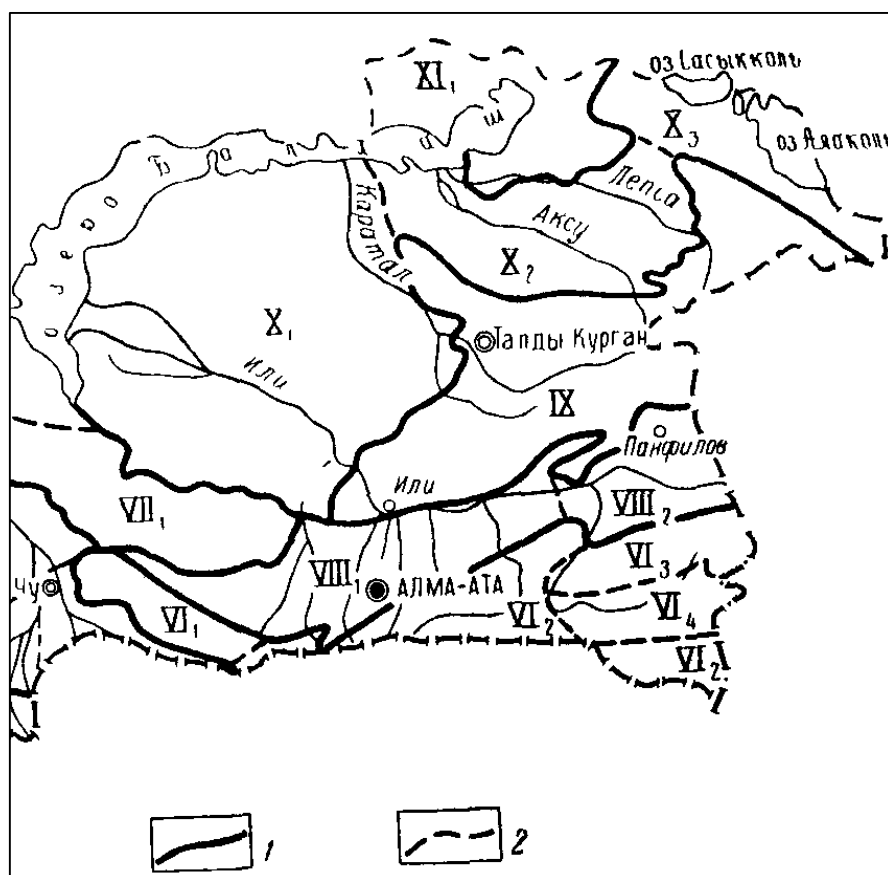
Тяньшанская горноскладчатая гидрогеологическая область занимает южные и юго-восточные районы Южного Казахстана и состоит из четырех систем бассейнов трещинных вод (Каратауской, Талас-Угамской, Кетмень-Заилийской и Джунгарской), приуроченных к горным хребтам, и двух систем артезианских бассейнов (Илийской и Алакуль-Балхашской). Горные сооружения представлены серией широтно ориентированных высоко приподнятых хребтов (абс. отм. до 5000 м) с относительно мелкими внутригорными впадинами, к которым приурочены малые артезианские бассейны — Кегено-Текесский, Каратальский, Кугалинский, Терс-Ащибулакский и др. Для горных сооружений характерно значительное превышение их протяженности над шириной, сильное расчленение гидрогеологической сетью преимущественно высоко- и среднегорного рельефа. Межгорные депрессии имеют слабо расчлененную равнинную поверхность с абсолютными отметками от 340 до 800 м [9].

В пределах Тяньшанской горноскладчатой гидрогеологической области прослеживается вертикальная климатическая поясность, выражающаяся в постепенном увеличении количества атмосферных осадков с нарастанием

высот от 200 мм на равнине до 800 мм и более на высокогорье и уменьшении среднегодовых температур воздуха и величины испарения.

Гидрогеологические условия Тяньшанской горноскладчатой области сложные и определяются совокупностью структурно-геологических, геоморфологических и климатических факторов. В целом она является областью формирования подземного стока и накопления значительных запасов подземных вод в пределах артезианских бассейнов. В горных массивах широко распространены трещинные и трещинно-карстовые воды, в межгорных депрессиях — поровые и порово-пластовые воды. Сильно расчлененный рельеф горных сооружений является фактором, способствующим интенсивному дренированию подземных вод гидрографической сетью и почти полностью исключая возможность накопления подземных вод при значительных их естественных ресурсах.

В бассейнах трещинных вод и малых артезианских бассейнах (рис.2.6.1) Тяньшанской горноскладчатой гидрогеологической области формируются в основном пресные и ультрапресные воды грунтового и напорного типа[9].



**Рис.2.6.1 - Схема гидрогеологического районирования территории
Алматинской области (по В.И.Дмитровскому)**

1 — границы гидрогеологических районов первого порядка; 2 — границы гидрогеологических районов второго порядка. VI — Кетмень-Заилийская система бассейнов трещинных вод VII — бассейн трещинных вод Кендыктасских гор, VI2 — бассейн трещинных вод Заилийского Алатау, VI3 — бассейн трещинных вод Кетменского хребта, VI4 — Кегено-Текесский артезианский бассейн; VIII — Илийская система артезианских бассейнов, VIII1 — Западно-Илийский артезианский бассейн, VIII2 — Восточно-Илийский артезианский бассейн; IX — Джунгарская система бассейнов трещинных вод, X — Алакуль-Балхашская система артезианских бассейнов 1 — Балхашский артезианский бассейн, 2 — Лепсинский артезианский бассейн, 3 — Алакульский артезианский бассейн [9].

Копа-Илийский бассейн преимущественно пластовых безнапорных и напорных подзмёных вод II порядка приурочен к одноименной межгорной депрессии, лежащей у подножия Заилийского Алатау. Включает в себя Алматинскую и Джаркентскую впадины. Алматинский бассейн пластовых подземных вод III порядка расположен в центральной части Копа-Илийской впадины, вытянут в северо-восточном направлении. Отделен от Копинского бассейна Аксенгирским поднятием, от Джаркентского — Бала-Богутинским разломом. Строение бассейна синклинальное с пологим северным и крутым, почти вертикально оборванным бортом на юге. В основании разреза залегают на палеозойском фундаменте меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения. Глубина залегания у хребта Заилийский Алатау составляет более 3000 м. Характерно наличие термальных вод, приуроченных к неогеновому, палеогеновому и меловому термоводоносным комплексам[9].

Основная область питания подземных вод находится в предгорной части хребта Заилийского Алатау. В бассейне две зоны разгрузки, первая — на границе напорно-безнапорной зоны подземных вод конусов выноса. Вторая зона разгрузки в долине р.Или и водохранилище Капчагай [10].

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Характеристика базы данных по стоку и гидрометеорологическим характеристикам

В данной работе были собраны, организованы в виде электронных таблиц, обобщены и проанализированы ряды данных гидрологических наблюдений по 11 гидропостам (табл.3.1).

Табл.3.1 – характеристика базы гидрологических данных

№	Название водного объекта	Код водпоста	Название пункта набл.	Площадь	Расст. до устья	Период действия		Отм. нуля поста, м	Сист. высот
						открыт	закрыт		
1	Турген	14187	с. Таутурген	614	66	18.04.1912 (13.05.1981)	Действ.	1141,79	БС
2	Талгар	14200	г. Талгар	444	92	14.04.1912 (07.08.1962) (01.01.2005)	Действ.	4	усл.
3	Киши Алматы	14255	альпбаза "Туюксу"	28,0	113	8.07.1939 (01.11.1982) (01.01.2005)	Действ.	2459,77	БС
4	Киши Алматы	14257	ниже устья р. Сарысай	45,2	108	15.07.1973 (03.07.1977)	Действ.	7,05	усл.
5	Киши Алматы	14262	г. Алматы	118	99	06.05.1908 (22.07.1973) (14.07.1999)	Действ.	1174,86	БС
6	Каскелен	14218	г. Каскелен	290	116	14.05.1909 (21.06.1982)	Действ.	1128,5	БС
7	Улькен Алматы	14239	в 1.1 км выше оз. Улькен Алматы	71,8	86	15.09.1951 (07.06.2002)	Действ.	2559,88	БС
8	Улькен Алматы	14242	2 км выше устья р. Проходная	155	77	1.04.1952 (30.09.1981) (21.08.1999)	Действ.	1468,4	БС
9	Кумбель	14250	Устье р. Кумбель	22,4	1,4	7.09.1951 (13.07.1983) (27.07.2005)	Действ.	2149	БС
10	Проходная	14252	Устье р. Проходная	82,0	1,4	1.06.1951 (13.08.1977) (24.07.2003)	Действ.	1435,74	БС
11	ручей Терисбутак	14253	Устье р. Терисбутак	31,0	1,0	3.09.1945 (14.03.1968)	Действ.	1362,36	БС

Опорными данными для настоящего исследования являются расчеты стока, проводимые в 2006г. Так, Чигринцом А.Г. были рассчитаны значения слоя, модуля и нормы стока, коэффициента вариации и средние квадратические ошибки их вычисления, средний многолетний годовой сток и

сток разной обеспеченности по 158 гидрологическим постам, существовавших в разные временные интервалы[10].

В качестве данных метеорологических наблюдений были использованы многолетние данные по осадкам и температурам Справочника по климату Казахстана (Алматинская область), предоставленные кафедрой метеорологии и гидрологии КазНУ им.аль-Фараби. Данный справочник включает материалы наблюдений за интервал с 1891 по 2000 гг. [58].

3.2 Методика создания цифровых карт

Создание цифровых карт происходило с помощью встроенного функционала Программное обеспечение (ПО) ArcGIS 10 с использованием данных дистанционного зондирования местности. Основным методом проведения исследований является математико-картографическое моделирование. В качестве исходных данных были использованы снимки цифровой модели местности миссии SRTM пространственным разрешением в 1 угловую секунду[12], картографические изображения карт Bing и Google, геологическая карта Южного Казахстана масштабом 1:500 000, спутниковые спектральные многоканальные снимки миссии Landsat 8, и пр.

Создание цифровых карт включает в себя такие этапы, как: цифровая обработка картографических материалов, преобразование растровых изображений в векторную форму, формирование и редактирование тематических слоев, создание базы данных, ввод табличных и текстовых данных, компоновка и отображение графических материалов.

На основе спутниковых снимков SRTM была построена цифровая модель местности (ЦММ) путем склеивания и первичной обработки снимков, визуализации рельефа.

3.3 Методы гидрологических расчетов

Методы гидрологических расчетов – технические приемы, позволяющие рассчитать, обычно с оценкой вероятности их появления, значения различных

характеристик гидрологического режима[32]. На сегодняшний день актуальными методами оценки стока является определение таких его составляющих, как основные гидрологические характеристики (среднегодовой и среднемесячные расходы, модуль, объем стока), величина подземного стока, определение водности.

Методы определения величины стока можно классифицировать следующим образом: гидродинамические (включающие в себя математическое моделирование), основанные на использовании зависимостей, полученных на основании решения дифференциальных уравнений фильтрации; балансовые; гидрометрические методы и методы аналогии[29].

Наиболее удобным методом оценки стока и водности года является метод построения и расчленения гидрографа, который и был использован в данном исследовании. Расчленение гидрографа производилось по методике Б.И.Куделина[40] для нисходящего типа режима подземного стока.

Для построения гидрографа были использованы данные рядов наблюдений по 11 гидрометрическим постам (табл.3.3.1). Гидропосты с длинным рядом данных являлись опорными и использовались в качестве аналогов для восстановления рядов данных. По питанию, протеканию в природных ландшафтных зонах реки можно считать схожими.

Проверка на однородность как элемент статистической обработки исходного массива данных необходима для определения воздействия на сток реки физических причин, обуславливающих неоднородность исходных данных наблюдений. Необходимым условием проведения проверки на однородность является проведение предварительно проверки на случайность[32]. Получение статистических характеристик производилось с помощью ПО Stokstat, отвечающего требованиям СП 33-101-2003 [32]. Анализ на соответствие теоретической и эмпирических кривых распределения вероятностей оценивался методом моментов. Уровень значимости – 0,05.

Табл 3.3.1 - Характеристика данных гидрологических постов.

№ п.п	Водный объект	Код поста	Название гидропоста	Временной интервал данных наблюдений
-------	---------------	-----------	---------------------	--------------------------------------

1	Тургень	14187	с. Таутургень	1933,1938,1941-97, 2000-2001, 2005-2015
2	Каскелен	14218	г. Каскелен	1929-79, 1981-97, 2001-2015
3	Киши Алматы	14262	г.Алматы	1928-30, 1934-2000, 2006-2007, 2009-2015
4	Киши Алматы	14255	альпбаза "Туюксу"	2006-15
5	Киши Алматы	14257	ниже устья р. Сарысай	2005-15
6	Кумбель	14250	устье р. Кумбель	2007-9,12-15
7	Улкен Алматы	14252	2 км выше устья р. Проходная	2006-10,12-15
8	Проходная		Устье р. Проходная	2005-15
9	Терисбутах	14253	Устье ручья Терисбутах	2005-15
10	Улкен Алматы	14239	в 1.1 км выше оз. Улькен Алматы	2006-15
11	Талгар	14200	г.Талгар	2007-2015

Для постов с длинным рядом данных была проведена проверка на однородность по параметрическим критериям Фишера, Стьюдента и непараметрическому критерию Уилкоксона. Таким образом, по исходным данным рядов на весь период наблюдений однородность наблюдается на постах Каскелен-г.Каскелен и Тургень-Таутургень.

Для ряда данных К.Алматы-г. Алматы для оценки на однородность был взят период 2006-2015 и 1986-1997гг, так как в разные временные периоды в русле реки происходили различные преобразования в связи с проведением строительства в верховье реки различных ГТС, а также забором воды на орошение. Проверка на однородность проведена и подтверждена по критериям Фишера и Стьюдента.

При построении кривой среднегодовых расходов, а также при проведении статистической обработки имеющийся интервал данных 2006-2015 гг. по средним значениям практически не отличается от нормы стока более продолжительного периода, что наблюдается по данным трех гидрологических постов, имеющих длинные ряды данных. Интервал входит в статистически однородный промежуток по критерию Фишера, Стьюдента и Уилкоксона, в связи с этим, несмотря на относительно небольшую длину

выборки, было принято решение об использовании её в качестве исходных данных для оценки величины подземного стока.

Удлинение рядов на примере К.Алматы - г.Алматы.

Методика является стандартной и базируется на действующих нормативах, в частности СП 33-101-2003. Она включает в себя такие элементы, как статистическая обработка (проверка на случайность, однородность, симметричность, соответствие теоретической и эмпирической кривым) [32, 74] для длинных рядов наблюдений, подбор аналога, удлинение рядов данных и восстановление по внутригодовому распределению для коротких рядов.

В качестве аналога для р.К.Алматы-г. Алматы был взят пункт р.К. Алматы – р. Сарысай. Восстановление ряда данных (2008г. для р.К.Алматы-г. Алматы) проведено через регрессионный анализ, который показал следующее: коэффициент детерминации (R^2) составил 0,78. Значение функции Y при значении 0 всех остальных переменных равно -0,68 с коэффициентом влияния 1,85 (небольшая степень влияния).

Наилучшим образом описывается зависимость по полиномиальной функции с коэффициентом детерминации $R^2=0,8088$ (табл.3.3.2). Однако, при получении восстановленного ряда данных, значение получается весьма завышенным относительно других функций. В качестве исходного уравнения было выбрано уравнение вида $y = 2,5251\ln(x) + 1,0799$.

Табл. 3.3.2 – Функции регрессионного анализа р. К.Алматы - г.Алматы и р. К.Алматы – у.р. Сарысай

Тип уравнения	$Y=a \cdot X+b$	$Y=a \cdot X^b$	$Y=a \cdot \ln(X)+b$	$Y=a_0+a_1 \cdot X+a_2 \cdot X^2$	$Y=a \cdot \exp(b \cdot X)$
Уравнения	$y = 1,852x - 0,6824$	$y = 1,2194x^{1,3079}$	$y = 2,5251\ln(x) + 1,0799$	$y = 1,4579x^2 - 2,2686x + 2,1827$	$y = 0,4935e^{0,9533x}$
R^2	0,7853	0,755	0,7572	0,8088	0,7733

Аналогичным образом было произведено восстановление рядов данных для гидропостов р.Талгар-г.Талгар, р.-Кумбель – устье р.У.Алматы. Далее восстановление среднемесячных расходов описывалось через внутригодовое

распределение методом средних распределений стока по трем категориям водности.

Для восстановления пропусков в рядах наблюдений были использован метод процентного распределения стока воды по месяцам за имеющиеся годы наблюдений. При этом использовалось как среднее многолетнее распределение, так и распределение в годы-аналоги. Для коротких рядов наблюдений использовались данные рек-аналогов.

3.4 Пространственная оценка гидрометеорологических характеристик территории исследований

Оценка величин осадков проводилась на основе многолетних наблюдений на метеостанциях, расположенных на различных абсолютных отметках(табл.3.4). Основным критерием подбора метеостанций является наличие наблюдений, градация высот. На основе ранее полученной ЦММ и гидрографической сети, а также данных о расположении метеостанций, была получена карта (рис.3.4)

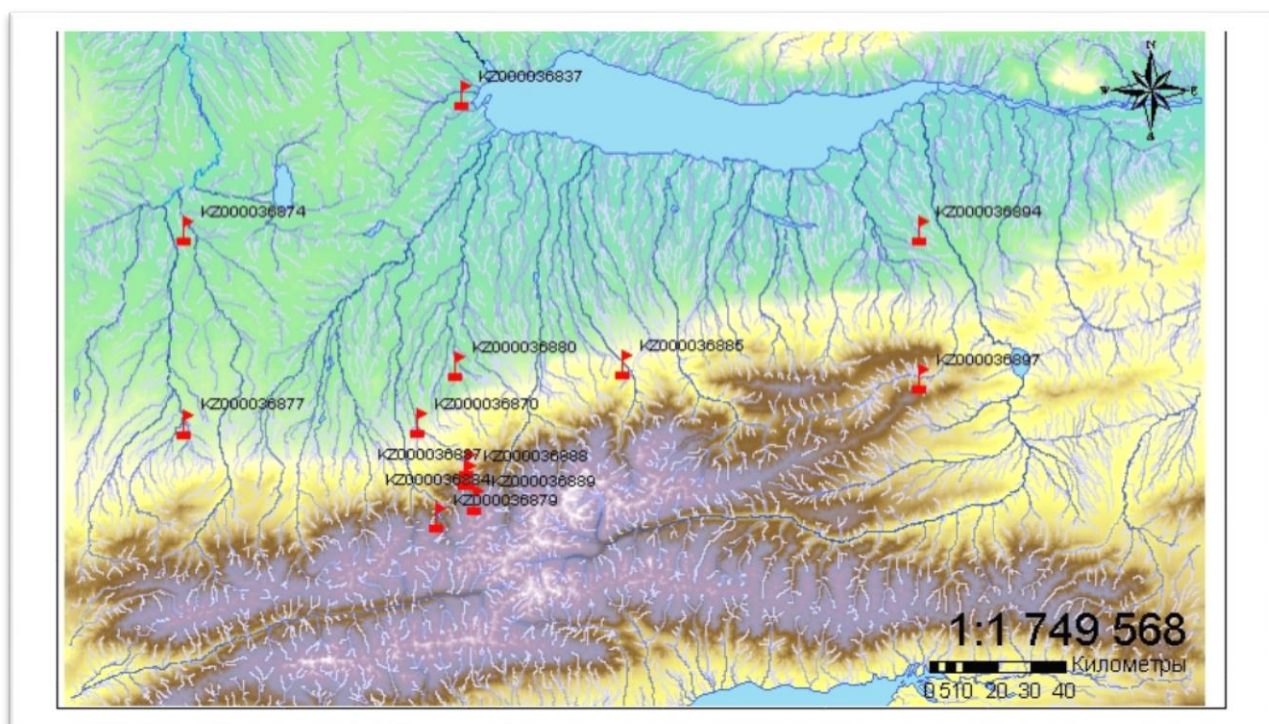


Рис.3.4.1 –Схема расположения метеостанций, составленная автором

Табл.3.4 - Список метеостанций

№ п.п.	ID	Название метеостанции	Абс.отм.
1	KZ000036887	Чилик	606
2	KZ000036873	Аксенгер	643
3	KZ000036877	Узунагач	814
4	KZ000036870	Алма-Ата,ОГМС	847
5	KZ000036885	Есик	1098
6	KZ000036888	Алма-Ата(Кам.плато)	1317
7	KZ000036888	Усть-Горельник	1943
8	KZ000036879	Б.Алматинское_озеро(БАО)	2516
9	KZ000036889	Мынжилки	3017

В качестве исходных данных были взяты многолетние средние месячные и годовые температуры воздуха, вычисленные по средним суточным данным наблюдений с 1881 г. по 1935 г. за сроки 7, 13 и 21 час, с 1936 по 1965 г. – в 1, 7, 13 и 19 часов, с 1966 по 2000 г. – 21, 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 часов. Для получения однородности и сравнимости данных за разные годы вводились поправки для приведения к средней температуре за 24 часа. Поправка представляет собой разность между средней температурой за 24 часа, полученной по ежечасным данным термографа и средней за три – четыре срока. Средние месячные температуры воздуха, вычисленные по средним суточным данным наблюдений за 8 сроков поправками не исправлялись[58].

Зависимость осадков от высоты описывалась с помощью двух уравнений(рис.3.4.2). Согласно [10], пик осадков приходится на отметку 3600 м и составляет 1200 мм. Выше данной абсолютной отметки количество осадков уменьшается. Исходя из этого, было принято решение о разделении на два участка массива данных по осадкам и получения двух уравнений для описания распределения осадков по высотам. Дополнительно, в качестве поправки, учитывающей неравномерное пространственное распределение осадков с запада на восток, была принята расчётная поправка с учетом того, что большая часть осадков приходится на центральную часть хребта и распределяется так, что на каждый 1 км хребта происходит уменьшение осадков примерно на 5 мм. Данная поправка учитывалась лишь для горной части рассматриваемой территории. Расчётные значения величин осадков

присваивались вершинам регулярной сети (с шагом 1 км), характеризующихся параметрами рельефа и пространственным местоположением, на основе которых осуществлялся расчет итоговых значений атмосферных осадков.

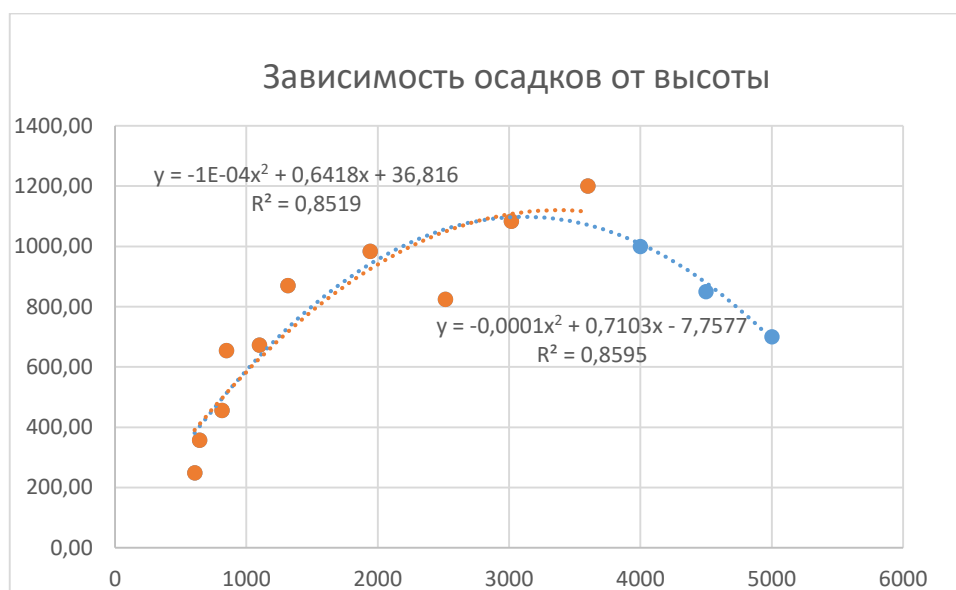


Рис.3.4.2 - Математическое описание зависимости осадков

Далее для построения цифровой карты использовались такие инструменты ПО ArcGIS 10, как Гео статистика и Кригинг.

Кригинг в геостатистике — это метод интерполяции, для которого интерполированные значения моделируются гауссовским процессом, определяемым предыдущими ковариациями. Это вид обобщенной линейной регрессии, использующий статистические параметры для нахождения оптимальной оценки в смысле минимального среднеквадратического отклонения при построении карт и поверхностей. В основу метода лег принцип несмещенности среднего - взятые все вместе значения на карте должны иметь правильное среднее значение. Глобальная несмещенность формально обеспечивается за счет повышения низких значений и уменьшения высоких. Наиболее удобен для решения такой задачи, как количественное определение пространственной структуры данных[37].

Далее, после получения пространственного распределения осадков(рис.3.4.3), для коррекции модели, учитывающей накопление стока, величина осадков была пронормирована по максимуму осадков.



Рис.3.4.3 – Схематическая карта пространственного распределения осадков

Карта, полученная в результате расчетов, соответствует имеющимся в общем доступе картам атмосферных осадков, вместе с тем позволяет несколько детализировать особенности их распределения в пределах основных водосборов территории исследований.

Полученные данные введены в качестве условного весового коэффициента в модель стока при моделировании речной сети территории исследований, отвечающего за перераспределение стока.

3.5 Методика анализа морфометрических особенностей водосборов территории

3.6 Методика анализа характеристик поверхности на основе снимков Landsat

3.7 Методика учета геологического фактора

Для оценки геологического фактора была дана оценка проницаемости основных массивов горных пород в виде безразмерного коэффициента. Исходными данными для построения карты проницаемости была геологическая карта Южного Казахстана масштабом 1: 500 000 (из базы геологических знаний РК) 1979г., построенная ФГУНПП Аэрогеология[39].

Алгоритм оцифровки данной карты аналогичен процессу дешифрирования космоснимка. Затем, на основе полученной геологической карты, породы были разделены на три класса по степени их условной проницаемости. В качестве наиболее проницаемых нами были приняты пески, галечники и преимущественно карбонатные породы. Для них был принят условный коэффициент, равный 1. В качестве наименее проницаемых, соответственно, были выбраны устойчивые к выветриванию алюмосиликатные породы, а именно граниты, гранодиориты, сиениты и пр. Для них условный коэффициент составил 0,1. Смешанным породам был присвоен коэффициент 0,5. Площадям с преимущественным содержанием рассмотренных классов пород присваивались соответствующие коэффициенты. Далее с помощью инструмента «Зональная статистика» ПО ArcGIS была произведена оценка величины условной проницаемости пород в пределах водосборных площадей с расчётом её среднеплощадных значений.

3.8 Методика оценки факторов, влияющих на величину и распределение модулей подземного стока

Для получения расчетной модели распределения модулей стока была создана обобщенная таблица по водосборам, построенным от гидрологических постов, в которую были включены данные по значениям подземного стока, морфометрические характеристики и параметры речной сети, а также данные по проницаемости, осадкам и характеристикам ландшафтов.

В результате корреляционного анализа получена матрица коэффициентов корреляции. Далее в MS Excel был проведен регрессионный анализ зависимости величин стока от коррелирующих параметров:

- Общего стока от морфометрии и подстилающей поверхности. Для подстилающей поверхности были приняты упрощения в виде процентного содержания типов подстилающей поверхности;

- Подземной составляющей стока от геологии, морфометрии, подстилающей поверхности (ландшафтов).

Результатом регрессионного анализа является уравнение, которым описывается зависимость модуля стока от параметров водосборов и которое используется для получения модуля стока для водосборов различных порядков.

Далее был создан слой с координатами X и Y средневзвешенных центров водосборов, а также характеристикой модуля стока в атрибутивной таблице. С помощью функционала ПО ArcGIS отображены координаты водосборов со значениями стока.

4. ФОРМИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА

4.1 Характеристика речной сети района и её морфометрических параметров на основе цифровой модели рельефа

Территория северного склона Заилийского Алатау разделяется по 11 основным водосборным бассейнам – рекам Тургень, Иссык, Талгар, Киши Алматы, Улкен Алматы, Карагайлы, Аксай, Каскелен, Чемолган, Узын Каргалы (рис. 4.1.1). Водосборы этих рек составляют зону формирования стока(табл.4.1.1).

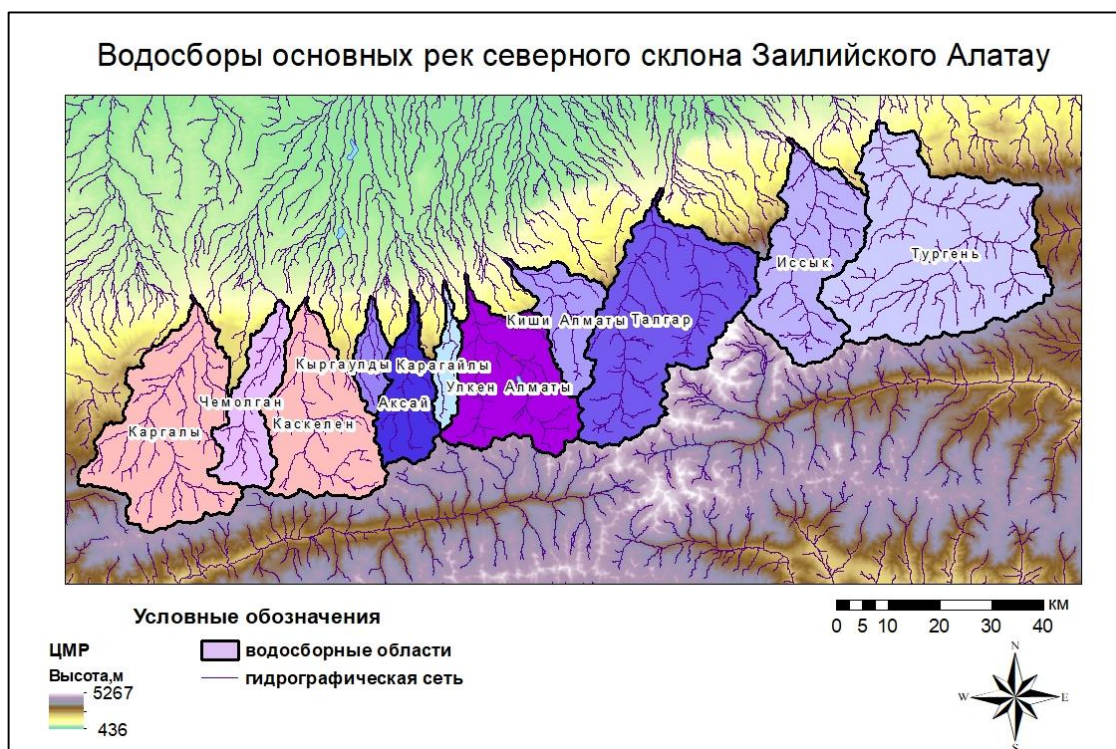


Рис. 4.1.1 – водосборные бассейны в пределах зоны формирования

В основном, реки характеризуются в зоне формирования 3-м и 4-м порядком речной долины. Рекой наибольшего порядка (5-й) зоны формирования является р. Талгар. Наименьший порядок речной долины (2-й) у рек Кыргаулды и Карагайлы.

Морфометрические характеристики для водосборов, построенных от гидропостов, представлены в табл.4.1.2

Табл.4.1.1 – Морфометрические характеристики водосборных областей рек в пределах зоны формирования стока

№. п.п.	Наименование реки	Площадь, км ²	Абс.отм. в пределах водосбора					Сред. уклон °	суммарная длина рек внутри водосбора, км	средний уклон рек внутри водосбора, м/м	средняя извилистость рек внутри водосбора	длина основной реки, км	порядок речной долины
			Мин.	Макс.	Разница (Макс-мин)	Средняя высота	Медианная высота						
1	Тургень	649,56	1001	4390	3389	2709	2736	16,9	329,17	0,118	1,163	77,98	4
2	Иссык	317,39	1003	4619	3616	2866	2979	21,3	169,50	0,148	1,206	75,00	4
3	Талгар	491,81	1002	4957	3955	3126	3290	22,3	263,35	0,155	1,165	54,25	5
4	Киши Алматы	130,28	998	4348	3350	2491	2429	19,9	67,51	0,122	1,192	28,01	3
5	Улкен Алматы	294,24	1001	4361	3360	2966	3140	19,6	144,71	0,126	1,160	45,02	4
6	Карагайлы	52,40	1001	4150	3149	2652	2684	18,7	30,46	0,135	1,240	41,16	2
7	Аксай	135,26	1001	4168	3167	2942	3126	20,33	73,15	0,133	1,176	37,91	3
8	Кыргаулды	53,02	1002	3709	2707	2166	2085	18,7	33,32	0,101	1,201	37,08	2
9	Каскелен	315,71	1004	4221	3217	2678	2734	16,6	165,25	0,128	1,191	54,80	3
10	Чемолган	152,55	998	4013	3015	2421	2323	14,1	74,34	0,105	1,178	45,84	3
11	Каргалы	429,04	999	4150	3151	2569	2508	16,4	228,28	0,109	1,197	55,71	4

Табл. 4.1.2 – Морфометрические характеристики водосборных областей рек от гидропостов РГП «Казгидромет»

№. п.п.	Наименование гидропоста	Площадь, км ²	Абс.отм. в пределах водосбора					Сред. уклон °	суммарная длина рек внутри водосбора, км	средний уклон рек внутри водосбора, м/м	средняя извилистость рек внутри водосбора	длина основной реки, км	порядок речной долины
			Мин.	Макс.	Разница (Макс-мин)	Средняя высота	Медианная высота						
1	Тургень-с.Таутургень	622,00	1117	4390	3273	2767	2763	17,1	318,35	0,12	1,164	48,70	4
2	Талгар-г.Талгар	488,72	1148	4957	3809	3144	3271	22,4	258,82	0,155	1,165	54,25	5
3	к.Алматы-АП Туюксу	31,48	2440	4362	2468	3502	3496	21,2	13,13	0,131	1,190	10,3	2
4	к.Алматы-Сарысай	62,07	1894	4362	2468	3154	3143	21,5	29,56	0,144	1,183	15,54	3
5	к.Алматы-г.Алматы	123,75	1177	4362	3185	2451	2409	19,3	29,56	0,114	1,136	28,01	3
6	У.Алматы-выше о.БАО	74,98	2523	4361	1838	3539,	3561	18,2	34,88	0,105	1,155	14,24	3
7	У.Алматы-выше р. Проходная	282,89	1477	4361	2884	1723	1726	10,9	72,13	0,068	0,637	32,98	3
8	Кумбель	50,15	2023	4270	2247	3105	3108	20,3	24,34	0,142	1,198	17,45	3
9	р.Проходная и Тересбута*	129,45	1286	4172	2886	2863	3016	19,8	64,09	0,134	1,149	32,98	4
10	Каскелен	302,06	1178	4221	3043	2735	2795	16,8	157,82	0,129	1,191	41,32	3

Примечание: * - для р.Проходная и р.Тересбута приводится общее значение морфометрических характеристик из-за общей водосборной площади

Табл. 4.1.3 – Морфометрические характеристики водосборных областей рек по порядкам рек

№. п.п.	Наименование реки	Площадь, км ²	Абс.отм. в пределах водосбора, м					Сред. уклон °	суммарная длина рек внутри водосбора, км	средний уклон рек внутри водосбора, м/м	средняя извилистость рек внутри водосбора	длина основной реки, км	порядок речной долины
			Мин.	Макс.	Разница (Макс-мин)	Средняя высота	Медианная высота						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Тургень	372,51	2373	3226	853	2800	2799	15,2	172,88	0,145	1,162	1,98	1
		389,20	2179	3341	1162	2770	2775	14,8	195,35	0,122	1,120	6,06	2
		451,06	1869	3977	2107	3039	3067	16,6	230,76	0,125	1,176	14,71	3
		799,51	475	4376	3901	2315	2553	13,9	437,63	0,110	1,169	106,86	4
2	Иссык	187,50	2750	3830	1080	3295	3294	19,7	87,89	0,171	1,239	2,07	1
		160,87	2065	3208	1143	2665	2675	14,2	27,46	0,100	1,227	15,34	2
		244,84	1365	3391	2026	2515	2601	15,9	130,83	0,159	1,214	17,79	3
		383,05	525	4619	4094	2486	2635	17,8	231,96	0,141	1,209	82,41	4
3	Талгар	312,38	2578	3717	1139	3167	3175	20,5	148,85	0,205	1,166	1,88	1
		253,65	2311	3970	1658	3213	3242	20,2	138,69	0,173	1,098	5,86	2
		293,15	2222	4592	2370	3486	3543	21,9	159,90	0,175	1,174	11,91	3
		479,49	1221	4755	3535	3154	3302	22,5	254,59	0,161	1,165	17,93	4
4	Киши Алматы	80,53	2221	3321	1100	2728	2709	19,4	38,42	0,142	1,215	2,69	1
		85,46	1936	3158	1222	2575	2584	12,9	30,14	0,105	1,178	15,12	2
		301,71	617	4348	3731	1608	1298	11,4	180,46	0,074	1,192	60,98	3
		1074,86	478	4348	3870	1052	727	6,5	632,93	0,042	1,200	112,86	4
5	Улкен Алматы	161,82	2677	3644	967	3142	3135	17,9	71,73	0,143	1,107	1,89	1
		137,02	2877	4143	1266	3501	3498	16,3	68,11	0,103	1,041	5,61	2
		242,17	1431	4269	2838	3159	3309	20,0	112,90	0,135	1,155	22,59	3
		508,08	558	4361	3803	2030	1990	12,1	264,34	0,103	1,162	88,98	4
6	Карагайлы	19,67	2747	3736	989	3247	3249	19,8	7,20	0,166	1,184	1,49	1
		69,00	728	4142	3414	2217	2216	14,7	46,67	0,124	1,253	41,16	2
7	Кыргаулды	46,66	1338	3314	1975	2206	2140	18,5	27,06	0,139	1,199	9,08	1
		75,21	716	3703	2987	1762	1729	13,8	52,03	0,101	1,201	37,08	2

Продолжение таблицы 4.1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	Акса́й	81,904	2343	3437	1094	2902	2905	19,7	39,49	0,163	1,194	2,68	1
		65,732	2661	4165	1505	3500	3534	20,0	32,35	0,116	1,249	8,50	2
		143,537	767	4168	3401	2818	3058	19,3	82,31	0,133	1,176	37,91	3
		636,065	623	4168	3545	1641	1259	10,8	405,17	0,082	1,187	70,26	4*
9	Каскеле́н	162,995	2344	3260	916	2797	2796	16,6	79,63	0,160	1,228	2,57	1
		190,826	2140	3821	1681	3001	3013	17,2	104,84	0,156	1,198	9,37	2
		393,407	639	4221	3582	2306	2398	13,7	225,57	0,115	1,194	83,17	3
		1017,245	621	4221	3600	1670	1299	9,2	562,28	0,079	1,184	88,57	4**
10	Чемо́лган	83,520	2346	3157	811	2742	2739	13,9	31,88	0,119	1,185	2,26	1
		78,123	2026	3369	1343	2734	2749	13,7	40,90	0,114	1,176	13,62	2
		186,583	762	4013	3251	2153	2029	12,4	93,46	0,100	1,177	48,45	3
11	Ка́ргалы	246,709	2414	3360	947	2879	2878	16,1	111,15	0,135	1,224	2,85	1
		334,968	1698	3104	1406	2436	2441	14,0	181,50	0,102	1,024	9,36	2
		226,653	1756	3909	2154	2938	2970	19,2	58,63	0,118	1,178	18,18	3
		1160,106	578	4142	3564	1401	774	7,8	499,35	0,059	1,183	121,16	4

Примечание: * - общая водосборная область р.Акса́й, Карагайлы и Кыргаулды; ** - общая водосборная область р.

Чемолган и р. Каскеле́н

В целом, по региону, согласно процессам развития речной сети, наиболее интенсивным водообменом характеризуются реки первых порядков, дренирующие породы, расположенные в верхней части зоны водообмена. Они характеризуются наибольшими высотными отметками (мин, макс, сред), малыми водосборными площадями и при переходе к большим порядкам растёт и мощность дренируемых пород. Соответственно с этим изменяются и морфометрические параметры падения русла, так, с увеличением порядка реки уменьшаются уклоны рек внутри водосборов (рис. 4.1.2).

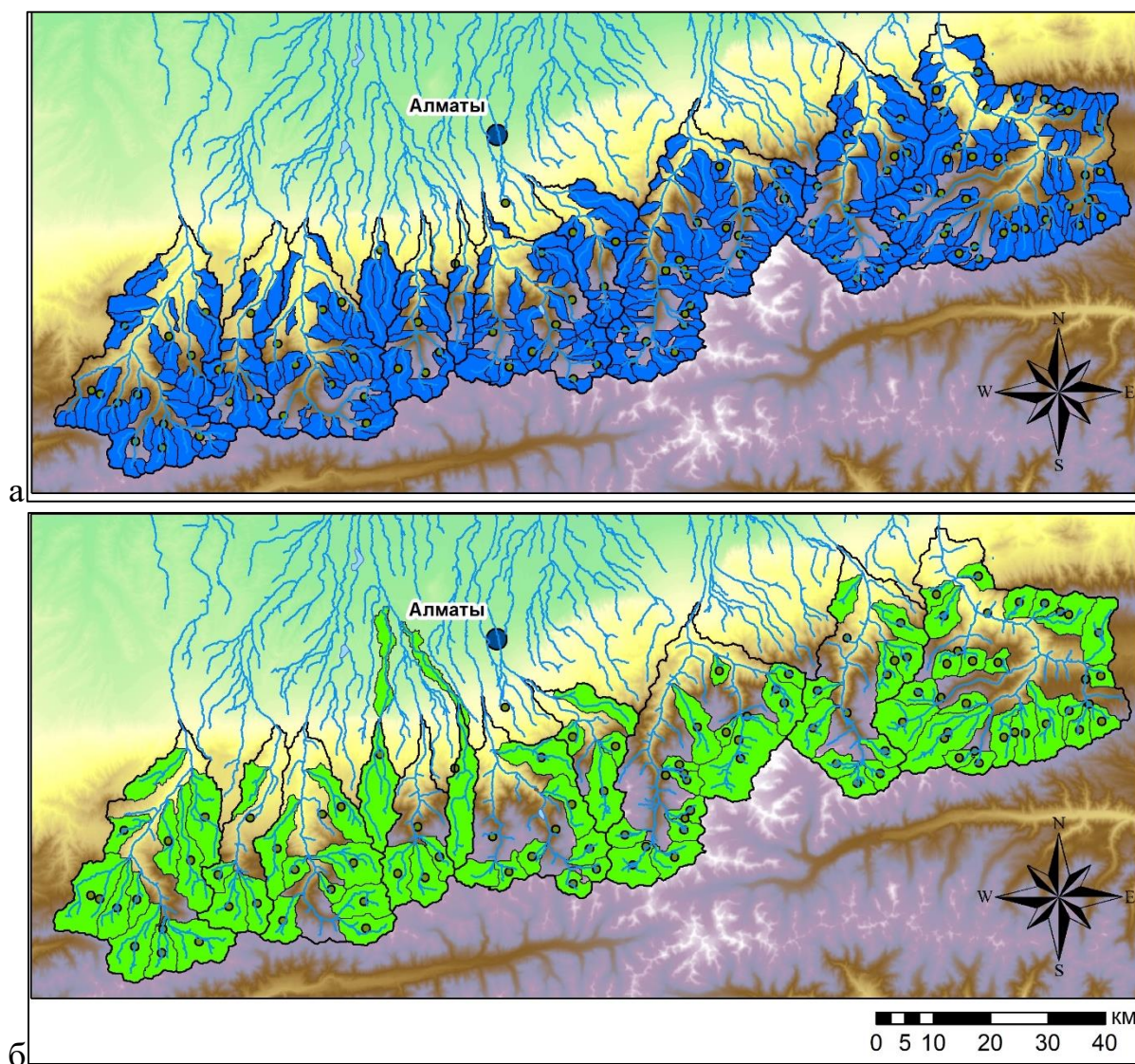


Рис. 4.1.2 – Водосборные области 1(а) и 2(б) порядков

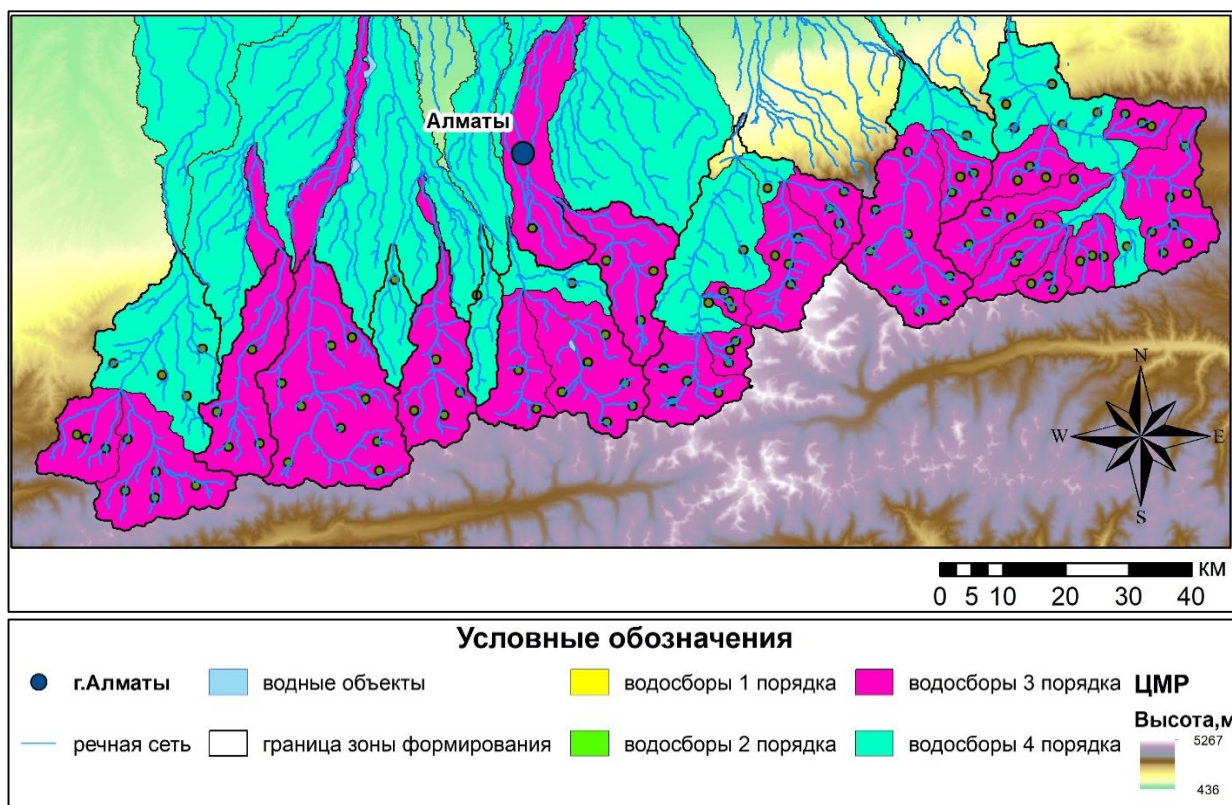


Рис. 4.1.3– Водосборные области 3 и 4 порядков, условные обозначения

Водосборы являются однородными по природным условиям - истоки рек располагаются на отметках 3000-4000 м. По максимальным высотам притока в пределах всего водосбора конкретной реки выделяются Талгар, Иссык и Тургень, имеющие истоки в Талгарском массиве. Рассматривая перепад высот относительно места выхода рек из гор и их истока, наибольший наблюдается у водосбора р. Талгар и составляет 3142 м, что связано с нахождением в водосборе самой высокой точки хребта - пик Талгар (4973 м). А наивысшая абсолютная отметка истока у данной реки составляет 3898 м.

4.2 Изменение стока за многолетний период наблюдений

4.3 Внутригодовая динамика стока

4.4 Изменчивость стока в зависимости от характеристик поверхности территории (Landsat) и геологии

4.5 Закономерности изменения модуля стока

Выводы по разделу

В настоящей главе, в соответствии с поставленной целью и задачами выпускной квалификационной работы, были изучены и схематизированы особенности формирования водного стока рек.

- 1) Оценена и проанализирована морфометрия рек 1, 2, 3 и 4 порядков.
- 2) Получены аналитические уравнения, описывающие зависимости величин атмосферных осадков от высоты, на основе которых уточнено пространственное распределение осадков по северному склону Заилийского Алатау, построена карта осадков.
- 3) Проанализированы многолетние и внутригодовые особенности распределения стока для основных водосборов территории исследований
- 4) Оценены типы подстилающей поверхности и их влияние на величины стока
- 5) Оценен геологический фактор и его роль в формировании стока.
- 6) Построена и применена для оценки величин стока регрессионная модель, описывающая зависимость величины стока от основных его параметров.

Установлено, что речная сеть в пределах зоны формирования стока характеризуется преимущественно бассейнами рек 3 и 4 порядка речной долины. Для них характерен разброс перепада высот водосборов от 2250 м в западной части хребта до 3000-3142 м в центральной.

Значимых многолетних трендов в величинах стока основных рек не наблюдается, тем не менее, можно говорить о тенденции небольшого снижения величины стока для большинства рек, исключая р.Тургень, что может быть объяснено влиянием более интенсивного таяния ледников в её водосборе. Установлено, что внутригодовое распределение величин стока подчиняется основным климатическим факторам, а смещение пика половодья

определяется высотными условиями водосборов и вертикальной температурной зональностью.

Территория Талгарского массива, помимо ее больших абсолютных отметок относительно западной и восточной частей хребта, является наиболее увлажненной. В связи с высотой здесь также находится большее количество ледников, а зона выше 4000 м практически является зоной круглогодично отрицательных температур. Установлено, что для зоны формирования стока характерно наличие наибольшего оледенения в центральной части, на склонах северной экспозиции.

В нижней части водосборов происходит постепенное антропогенное преобразование ландшафтов, а в верхней части бассейнов происходит постепенное высвобождение горных пород от ледников. Характерные высотно-ландшафтные пояса наиболее разнообразно представлены также в центральной части хребта. Выделены гляциально-нивальная, альпийских и субальпийских лугов, хвойных лесов, лиственная, а также лесостепная зоны, в рамках каждой из которых наблюдаются процессы, обусловленные климатическими изменениями.

Реки Иссык, Тургень, Талгар, Киши и Улкен Алматы, берущие начало в центральной части хребта, имеют наибольшие величины модуля стока, которые варьируются в зависимости от площади и уклона водосбора. В целом по территории, величина модуля стока колеблется от 3 до 29 л/с*км².

В области формирования стока подавляющая часть гидрологических постов размещена у ее нижней границы при выходе рек из гор, где они интегрируют сток со всех вышерасположенных физико-географических зон, что затрудняет построение и анализ регрессионных моделей.

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Данная работа посвящена изучению особенностей формирования стока рек северного склона Заилийского Алатау. В современном мире оценка водных ресурсов, их запасов и качества необходимы в связи с климатическими изменениями. Также большое влияние оказывает демографическая обстановка, выражающаяся в увеличении населения на предгорной равнине Заилийского Алатау – там располагается Алматинская агломерация, включающая в себя мегаполис Алматы и 188 населенных пунктов. Главным образом, рост населения происходит за счет миграционных процессов наряду с естественным ростом. Так, на начало 2019 года население города Алматы составляло 1 854 556 человек с плотностью населения в 2363 чел/км²., прирост населения составляет с 2009г. свыше 450 000 человек. Неофициальная статистика говорит о большем количестве человек в городе (порядка 2,5 млн).

С ростом населения растет и водопотребление. Главным источником воды на сегодняшний день является поверхностный сток Заилийского Алатау, а так же подземные водные ресурсы. Проблема дефицита стоит остро для всех сфер, водозабор уже осуществляется не только из крупных рек (Киши, Улкен Алматы, Узынкаргалы, Талгар, Каскелен и т.д.), но и более мелких. Большую роль в распределении водных ресурсов играет Большой Алматинский канал им. М. Кунаева, являющийся главной оросительной магистралью между г.Алматы и р.Чилик.

Анализ факторов формирования стока рек позволит делать прогнозы по исчерпанию их водных ресурсов, а также оценить промышленные мощности рек, возможность строительства гидротехнических сооружений (ГТС) и целесообразность эксплуатации существующих, таким образом, привлекая внимание всех заинтересованных в данных областях сторон.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и был проведен с помощью оценочной карты, приведенной в табл.

Данное исследование проводится с помощью программного обеспечения ArcGIS, однако это не единственный пакет программ, позволяющий реализовать поставленные цели и задачи. Так, основными конкурентами являются ПО QGIS (конкурент-аналог 1) и гидрологическое моделирование HBV (конкурент-аналог 2).

ПО ArcGIS отличается от конкурентного пакета QGIS удобным интерфейсом программы, а также рядом решаемых задач относительно картографии, моделирования и управления данными. Также немаловажны различия данных пакетов относительно проекций - QGIS поддерживает меньшее число проекций, что в итоге не дает возможности работать с определенной частью данных. Также существует проблема работы с данными в разных проекциях – если ПО ArcGIS замедляет темпы обработки, затрачивая время на автоматическое перепроецирование, но позволяет работать с данными в одном проектном документе, то в QGIS требует дополнительных трудозатрат на отдельное перепроецирование во избежание систематических сбоев работы программы.

Вторым программным продуктом, составляющим конкуренцию ПО АркГИС, является программа моделирования гидрологического стока HBV, создающая модель водосбора, внутри которой преобразует осадки, температуру воздуха и потенциальное суммарное испарение либо в снеготаяние, либо в сток или приток в водохранилище. Главным преимуществом модели HBV является относительная простота интерфейса.

Однако в ходе решения задач исследования относительно ландшафтного районирования и геологии, возможностей данной программы недостаточно.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 5, подбирались, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Основными критериями оценки материалов будут являться: удобство в эксплуатации, затраты на производство, простота и скорость получения результатов (табл.5.1.2).

Табл.5.1.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _{ф1}	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,2	5	5	5	1	1	1
Надежность	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
Безопасность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Простота эксплуатации	0,2	4	3	4	0,8	0,6	0,8
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Цена разработки	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Итого	1	33	29	31	4,65	4,1	4,45

Позиция разработки и конкурентов оценивалась по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 –наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны были составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определялся по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i ,$$

где K–конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i –вес показателя (в долях единицы); B_i –балл i -го показателя. Таким образом, конкурентноспособность рассматриваемых продуктов составляет:

$$K_{\phi} = 1+0,75+0,6+0,8+0,5+0,5+0,5=4,65$$

$$K_{k1} = 1+0,6+0,6+0,6+0,5+0,4+0,4=4,1$$

$$K_{k2} = 1+0,75+0,6+0,8+0,5+0,5+0,3=4,45$$

5.2 Инициация проекта

5.2.1 Цели и задачи исследования

Цель и задачи исследования представлены в табл.5.2.1

Табл.5.2.1 – цель и задачи исследовательского проекта

Цели проекта:	Исследование особенностей формирования стока рек северного склона Заилийского Алатау
Ожидаемые результаты проекта	Модель гидрографической сети на базе цифровой модели местности с учетом ландшафтов и геологии, картографические материалы
Критерии приемки результата проекта:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Построение цифровой модели местности 2. Построение карты осадков 3. Построение геологической карты 4. Построение карты ландшафтов 5. Построение гидрографической сети
Требования к результату проекта	Требование:
	1. Показать особенности формирования стока относительно рельефа местности
	2. Показать особенности формирования стока относительно осадков
	3. Показать особенности формирования стока относительно геологического строения местности
	4. Показать особенности формирования стока относительно ландшафтов и природных зон местности

5.2.2 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения исследования оценивается в человеко-часах и зависит от множества факторов, которые сложно учесть при разработке. Для реализации проекта необходимо 2 исполнителя – научный руководитель (НР), инженер (И). Этапы работы проекта представлены в таблице 5.2.2.

Таблица 5.2.2 - Этапы работы проекта

Основные этапы	№ этапа	Содержание работ	Исполнитель
Разработка задания	1	Постановка задачи	НР, И
Выбор направления исследования	2	Обзор научно-технической базы	НР, И
	3	Разработка и утверждение задания	НР, И
	4	Составление календаря проекта	И
	5	Разработка вариантов исполнения проекта	НР, И
Теоретические исследования	6	Сбор данных гидрологической и метеорологической информации, подбор космических снимков	И
	7	Обработка гидрологической и метеорологической информации	И
Экспериментальные исследования	8	Обработка космических снимков, получение ЦММ, гидрографической сети	НР, И
	9	Создание картографического материала, 3D-модели местности	НР, И
	10	Обработка результатов моделирования	НР, И

Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки зачастую приходится на заработную плату исполнителей, поэтому важно определить трудоемкость каждого из участников. Ожидаемая трудоемкость находится по формуле:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3 \cdot t_i + 2 \cdot t_i}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_i – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы. Оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств, чел.-дн.;

t_i – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работ. Пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$t_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4)$$

где t_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5)$$

где t_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

t_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{t_{\text{кал}}}{t_{\text{кал}} - t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 16} = 1,5$$

где: $t_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$t_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$t_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

В таблице 5.2.3 находятся расчеты этапов отдельных видов работ

Таблица 5.2.3 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях tpi		Длительность работ в календарных днях tki	
	tmin		tmax		toji					
	чел-дни		чел-дни		чел-дни		Одновременн е выполнение работ		Одновременн е выполнение работ	
	И	НР	И	НР	И	НР				
Постановка задачи	5	3	8	6	6,2	4,2	3,3	2,7	5	4
Обзор научно- технической базы	7	2	12	4	9	2,8	4,7	2	7	3
Разработка и утверждение задания	7	1	12	2	9	1,4	4,7	1,3	7	2
Составление календаря проекта	3	0	5	0	3,8	0	4	0	6	0
Разработка вариантов исполнения проекта	9	4	16	7	11,8	5,2	6	2,7	9	4
Сбор данных гидрологической и метеорологической информации, подбор космических снимков	15	0	40	0	25	0	20	0	30	0
Обработка гидрологической и метеорологической информации	30	0	40	0	34	0	20	0	30	0
Обработка космических снимков, получение ЦММ, гидрографической сети	30	15	40	40	34	25	20	20	30	30
Создание картографического материала, 3D- модели местности	10	10	30	30	18	18	13,3	13,3	20	20
Обработка результатов моделирования	5	5	20	20	11	11	6,7	6,7	10	10

Итого									154	70
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----	----

5.2.4 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе предыдущей таблицы составляется диаграмма(рис.5.2.4), в основу которой ложатся этапы проведения исследования и длительность работ в календарных днях.

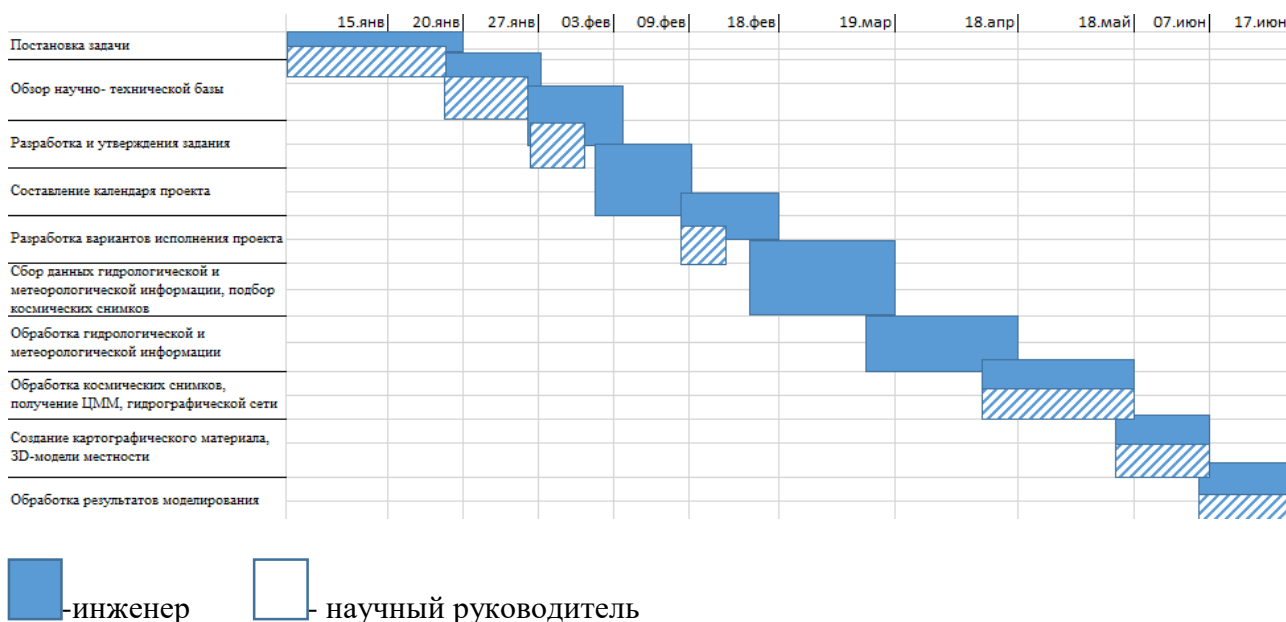


Рис. 5.2.4 – диаграмма Ганта

5.3 Бюджет исследования

При планировании бюджета исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

5.3.1 Материальные затраты

Материальные затраты - это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции. Все материальные

затраты приведены в таблице 5.3.1.1 Транспортно-заготовительные расходы составляют 3-5%.

Норма амортизации рассчитывается как ежемесячный процент от первоначальной стоимости имущества

$$K = \frac{1}{n} 100\%,$$

где K – месячная (годовая) норма амортизации;

n – срок полезной эксплуатации объекта в месяцах (для ПО определяется датой выхода обновления). Для ПО ArcGIS 10 и аналогов срок полезного использования на период выполнения НТИ принимается 12 мес.

Формула расчета амортизации линейным методом имеет вид

$$A = C_r \cdot K,$$

где A – амортизация за месяц;

C_r – начальная стоимость имущества.

Результаты расчетов амортизационных отчислений на период выполнения НТИ (3,5 мес.) приведены в таблице 5.3.1

Таблица 5.3.1 – Расчет амортизационных отчислений

	Кол-во	Цена за единицу, т.руб.			Полезный срок эксплуатации (n, мес)			Месячная норма амортизации (K, %)			Амортизационные отчисления за месяц/за период выполнения НТИ, т.руб.		
		ArcGIS 10	QGIS	HBV				ArcGIS 10	QGIS	HBV	ArcGIS 10	QGIS	HBV
ПО (шт)	1	150	250	300	24	12	12	8,3	8,3	8,3	$\frac{12,5}{43,8}$	$\frac{20,8}{72,9}$	$\frac{25,0}{87,5}$

Таблица 5.3.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы с учетом амортизации на период выполнения НТИ, руб.		
				ArcGIS 10	QGIS	HBV
Программное обеспечение ArcGIS 10/ QGIS/	шт	1	150000,0/ 250000,0/ 300000,0	43750,0	72916,7	87500,0

HBV(шт.)						
Персональный компьютер Lenovo L340 AMD R7	шт	1	35000,0	35000,0	35000,0	35000,0
Бумага для принтера (формат A4, пачка)	формат A4, пачка	2	250,0	500,0	500,0	500,0
Краска для принтерных картриджей	шт	1	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Ручка шариковая	шт	1	50	50,0	50,0	50,0
Карандаш чертежный	шт	2	50	100,0	100,0	100,0
Блокнот для заметок	шт	1	150	150,0	150,0	150,0
Всего за материалы				80550	109716,7	124300
Транспортно-заготовительные расходы (5%)				4027,5	5485,835	6215
Итого				84577,5	115202,535	130515

5.3.2 Основная заработная плата

В настоящий раздел включается основная заработная плата научных и инженерно–технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Раздел включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{раб}}, \text{ где } Z_{\text{осн}} \text{ – основная заработная плата, руб;}$$

$T_{\text{раб}}$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим сотрудником, раб. дн;

$З_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}},$$

Где $З_{\text{м}}$ - месячный должностной оклад работника, руб.; $М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дней $М=10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.3.2 - Баланс рабочего времени

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

$З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда); $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска). Таким образом, основная заработная плата для:

Руководителя:

$$З_{\text{дн}} = \frac{38000 \cdot 10,4}{251} = 1574,502 \text{ руб}$$

$$З_{\text{осн}} = 1574,502 \cdot 50 = 78725,09 \text{ руб}$$

Инженера:

$$З_{\text{дн}} = \frac{17000 \cdot 10,4}{251} = 704,3 \text{ руб}$$

$$З_{\text{осн}} = 704,3 \cdot 120 = 84525,89 \text{ руб}$$

Таблица 5.3.2.1 – расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб	к _{пр}	к _д	к _р	Ф _д , раб. дн.	З _м	З _{дн}	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	29230,77	-	-	1,3	251	38000	1574,5	50	78725,09
Инженер	13076,92	-	-	1,3	251	17000	704,3	120	84525,89

5.3.3 Дополнительная заработная плата научного персонала

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

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

1. Руководитель: $78725,09 \cdot 0,1 = 7872,51 \text{ руб.}$

2. Инженер: $84525,89 \cdot 0,1 = 8452,58 \text{ руб.}$

В табл. приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.3.3 – Заработная плата исполнителей НТИ, руб

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	78725,09	84525,89
Дополнительная зарплата	7872,51	8452,58

Зарплата исполнителя	86597,61	92978,49
Итого по разделу Сзп	179576,1	

5.3.4 Отчисления на социальные нужды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) ,$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Раздел включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления на социальные нужды (ставка ТПУ - 30,2 %) приведены в таблице 5.3.4 и составили 54231,98 руб.

Табл. 5.3.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	78725,09	7872,51
Инженер	84525,89	8452,58
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%	
Сумма отчислений	54231,97 руб	

5.3.5 Накладные расходы

В накладные расходы включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 – 90 % от суммы основной заработной платы научного персонала данной научно–технической организации. Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно

участвующих в выполнении исследования. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$\text{Снакл} = 0,16 * 179576,1 = 28732,0 \text{ руб.}$$

Накладные расходы составили 28732 рубля.

Таблица 5.3.5 - Полная смета затрат на выполнение проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	ArcGIS 10	QGIS	HBV
1.Материальные затраты НТИ	84577,5	115202,535	130515
2.Затраты на заработную плату научному руководителю	86597,6	86597,6	86597,6
3.Затраты на заработную плату инженеру	92978,47	92978,47	92978,47
5.Затраты на отчисления во внебюджетный фонд	54231,97	54231,97	54231,97
5.Накладные расходы	28732,0	28732,0	28732,0
Бюджет затрат НТИ	347117,54	377742,6	393055

5.4 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты (табл.).

Таблица 5.4 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения	Условия наступления
1	Выход из строя исследовательского оборудования	Задержка в выполнении и плана	2	3	средний	Соблюдать правила эксплуатации прибора	Человеческий фактор, износ заменяемых частей, заводской брак

5.5 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (табл. 20). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Для данного проекта и для аналогов 1 и 2 данный показатель составил 0.73, 0.93 и 1 соответственно.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице 5.5.1.

Таблица 5.5.1 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,30	5	5	3
3. Эффективные, применимые в различных сферах результаты	0,05	4	4	3
5. Энергосбережение	0,10	4	4	4
5. Надежность	0,25	5	5	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4	4
Итого	1,00	28	26	22

В результате расчётов получились следующие интегральные показатели ресурсоэффективности:

$$I_{\text{ТП}} = 0,75 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,75 = 4,85$$

$$I_{\text{ан1}} = 0,75 + 1,5 + 0,2 + 0,4 + 1,25 + 0,6 = 4,7$$

$$I_{\text{ан2}} = 0,6 + 0,9 + 0,15 + 0,4 + 1 + 0,6 = 3,65$$

Интегральный показатель эффективности проекта $I_{\text{финр}}^{\text{ТП}}$ и аналога $I_{\text{финр}}^{\text{а}}$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя. Рассчитаем интегральные показатели эффективности вариантов исполнения исследования:

$$I_{\text{финр}}^{\text{ТП}} = \frac{4,85}{0,73} = 6,64$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а1}} = \frac{4,7}{0,93} = 5,05$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{а2}} = \frac{3,65}{1} = 3,65$$

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср1}} = \frac{6,64}{6,64} = 1$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср2}} = \frac{5,05}{6,3} = 0,76$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср3}} = \frac{3,65}{6,3} = 0,57$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 5.5.2.

Таблица 5.5.2– Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,73	0,93	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,7	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	6,64	5,05	3,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,76	0,57

Заключение по разделу

В результате исследования были определены затраты на проведение исследования, бюджет составляет 347117,54 рублей. Анализ технических и экономических критериев трех разных видов ПО, в которых возможно выполнение настоящего НТИ, показал, что ПО ArcGIS обладает преимуществом по сравнению с конкурентными программными продуктами. При оценке сравнительной эффективности было установлено, что с позиции ресурсной эффективности текущий проект предпочтительнее аналогов.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.

Введение

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение особенностей формирования стока рек северного склона Заилийского Алатау (Южный Казахстан). Исходными данными для исследования являются данные по гидрологическим характеристикам рек [10], а также космические снимки программ SRTM, Landsat [12], распространяемые бесплатно. Камеральные работы по сбору и обработке результатов исследований осуществляются с помощью персонального компьютера (ПК).

В данном разделе выпускной квалификационной работы исследованы меры по защите исполнителя камеральных работ от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы среды. Кроме того, были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые исполнитель должен выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Были выделены и рассмотрены такие факторы, воздействующие на исполнителя камеральных работ, как: освещение, микроклимат, электромагнитное излучение, монотонный режим работы, нервно-психические перегрузки. К опасным факторам при работе с ПК можно отнести высокое напряжение и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения разработчика электрическим током.

Программные продукты, используемые для обработки результатов исследования, не оказывают непосредственного негативного влияния на окружающую среду, однако их использование сопряжено с использованием персональных компьютеров, при утилизации которых оказывается негативное влияние на литосферу.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Камеральные работы проводились при использовании ПК. При работе с ПК на рабочем месте должны быть выполнены следующие требования:

- оптимально подобранное помещение;
- освещение;
- организация медицинского обследования пользователей;
- пр.

При выборе ПК необходимо учитывать необходимые мощности для обработки результатов. Также немаловажным фактором при выборе компьютеров для сотрудников является возможность конструкции компьютера изменять положение монитора в различных плоскостях (горизонтальные или вертикальные), с возможной устойчивой фиксацией в положении, удобном для пользователя. Цвет корпуса ПК должен быть нежным, спокойным и без блестящих деталей, которые, создавая блики, вызывают повышенную утомляемость глаз. Экран монитора должен обеспечивать регулировку яркости и контрастности, для того, чтобы каждый работник мог установить режим, который будет соответствовать чувствительности глаз и условиям освещенности.

Поверхность рабочего стола должна быть использована для оптимального размещения задействованного оборудования. Кроме того, форма и положение офисного кресла, а также расположение рабочего стола должны быть эргономичны для поддержания комфортной позы пользователя: так, чтобы он мог менять положения своего тела для предупреждения утомления. (рис. 6.1)

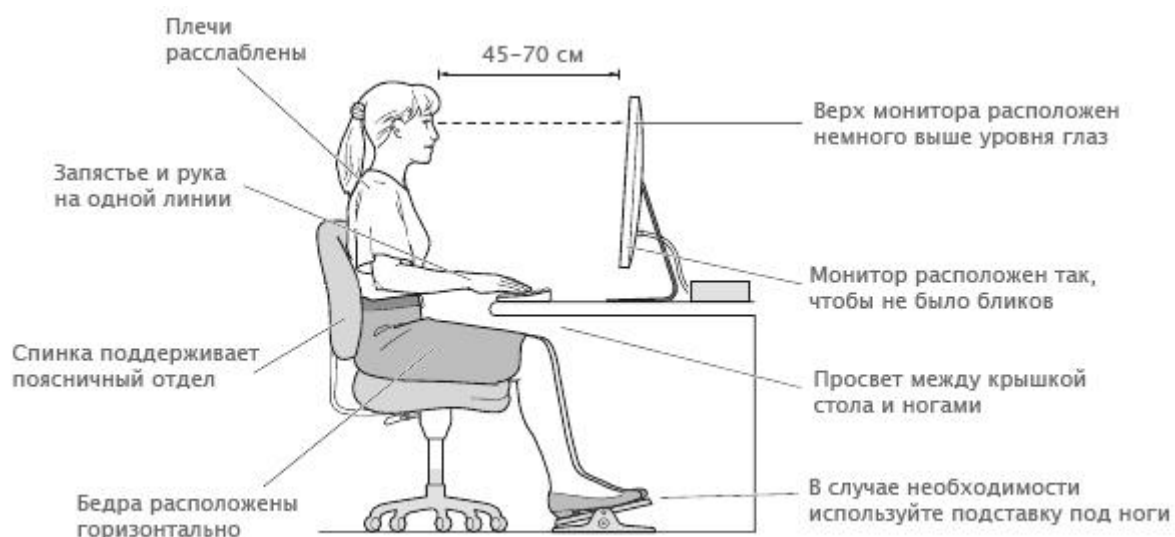


Рисунок 6.1 – Схема рабочего места (вид сбоку)

Согласно статье 212 ТК РФ[50], работодатель имеет ряд обязательств по обеспечению безопасных условий и охраны труда. В данный ряд входит обеспечение соответствия условий рабочих мест и режима работы требованиям норм охраны труда, проведение медицинских осмотров, организация проведения медицинских осмотров, установление режима труда и отдыха в соответствии с законодательством и т.д. Исполнитель камеральных работ также имеет ряд обязательств перед работодателем. Так, в статье №414-V трудового кодекса, исполнитель обязуется проходить все необходимые инструктажи, обучающие семинары, медицинский осмотр, и выполнять прочие требования работодателя касательно его безопасности на рабочем месте.

6.2 Производственная безопасность

Вредные и опасные факторы, воздействующие на сотрудника, устанавливаются согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»[41].

Опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ отражены в таблице 6.2.1.

Таблица 6.2.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы камеральных работ			Нормативные документы
	Сбор материалов	Обработка	Анализ	
1. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Освещение, шум, статическое электричество, психофизиологические факторы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [44] СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 [43] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [51] ТОИ Р-45-084-01 [52] Микроклимат: СанПиН 2.2.4.548-96 [42] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Электрический ток, короткое замыкание: ГОСТ Р 12.1.019-2009 [53]
2. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
3. Психофизиологические факторы: нервно-психические перегрузки.		+	+	
4. Превышение уровня шума	+	+	+	
6. Статическое электричество	+	+	+	
6. Электрический ток	+	+	+	

6.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятия по их устранению

6.3.1. Отклонение показателей микроклимата помещения

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, определяемый действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Проведение камеральных работ требует учета микроклиматических условий рабочей зоны с учетом избытков тепла, времени года и тяжести выполняемой работы согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [42]. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в таблице 6.3.1

Таблица 6.3.1 - Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений по СанПиН 2.2.4.548-96

Категория работ по уровню	Период года	Температура воздуха	Температура поверхности, t °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с
---------------------------	-------------	---------------------	-------------------------------	-------------------------	--------------------------------

энергозатрат, ккал/ч		Диапазон ниже оптимальных величин $t^{\circ}_{\text{опт}}$	Диапазон выше оптимальных величин $t^{\circ}_{\text{опт}}$		воздуха, $\varphi, \%$	Если $t^{\circ} > t^{\circ}_{\text{опт}}$	$t^{\circ} < t^{\circ}_{\text{опт}}$
Iб, 121-150 ккал/ч	Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0-25,0	15 – 75	0,1	0,2
	Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0-29,0	15 – 75	0,1	0,3
Примечание: Iб – работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;							

Помещение должно быть оборудовано естественной вентиляцией - организованным и регулируемым воздухообменом, обеспечивающим удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу в него свежего. В производственных помещениях с длительным пребыванием в них человека требуется устройство отопительных систем в холодное время года. Системы отопления состоят из трех основных элементов: генератора для получения тепла, теплопровода или канала для транспорта теплоносителя от места выработки к отапливаемому помещению и нагревательных приборов.

6.3.2. Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, сохранении его здоровья и обеспечении высокой работоспособности. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации внимания работников. Работа инженера в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что, в случае недостаточной освещенности рабочего места, вынуждает его работать с контрастным фоном. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение

осуществляется через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяется системы комбинированного освещения. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[51].

Таблица 6.3.2 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	Не выше 300 лк
Блики на экране	Не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	Не более 20
Показатель дискомфорта	Не более 15
Отношение яркости между рабочими поверхностями	3:1-5:1 10:1
Коэффициент пульсации	Не более 5%

6.3.3 Превышение уровня шума

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПК уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [51] установлены допустимые значения уровней звукового давления, создаваемого ПК (таблица 6.3.3).

Таблица 6.3.3 – Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПК

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

6.3.4 Психофизиологические факторы

Работа с ПК сопряжена с воздействием вредных психофизиологических факторов, в частности, нервно-психических перегрузок. Для снижения воздействия вредных факторов, устанавливаются перерывы в работе для отдыха сотрудников. Суммарное время регламентированных перерывов при работе с ПК зависит от категории трудовой деятельности и уровня нагрузки за рабочую смену [44]. В таблице приведено суммарное время отдыха для каждой категории работ.

Таблица 6.3.4 – Суммарное время перерывов в зависимости от категории работы и нагрузки

Категория работы с ПК	Группа А, количество знаков	Группа Б, количество знаков	Группа В, часов	Суммарное время перерывов, мин
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90

В данном случае уровень нагрузки относится к группе В, категория работы III. Согласно таблице требуется установить перерывы, сумма которых за смену составит не менее 90 минут. По типовой инструкции по охране труда при работе на персональном компьютере ТОО Р-45-084-01 для данной категории работ требуется установить перерывы по 15 минут каждый трудовой час[52].

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы;

на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения (индивидуально);

для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [51]).

6.3.5 Статическое электричество

В помещениях, оборудованных ПК, токи статического электричества чаще всего возникают при прикосновении персонала к любому из элементов ПК. Такие разряды опасности для человека не представляют, однако кроме неприятных ощущений могут привести к выходу оборудования из строя.

Для предотвращения образования и защиты от статического электричества в помещении используются нейтрализаторы и увлажнители, а полы имеют антистатическое покрытие в виде поливинилхлоридного антистатического линолеума.

Также в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 установлен максимальный допустимый электростатический потенциал экрана видеомонитора – 500 В [51].

В качестве мер уменьшения влияния вредных факторов на пользователя используются защитные фильтры для мониторов, увлажнители воздуха.

Должны использоваться розетки с заземлением. Требуется проводить регулярную влажную уборку.

6.3.6 Электрический ток

К опасностям использования электрического тока относятся возможность поражения электрическим током, а также воспламенения электронных устройств из-за воздействия различных условий – попадания влаги или нарушения изоляции.

Поражение электрическим током может привести к ожогам, судорогам, повреждению нервной системы, а также смерти. Возникновение пожара может привести к последствиям, описанным в ГОСТ 12.1.033-81[54].

Во избежание смерти и других негативных эффектов необходимо соблюдать правила пожарной и электрической безопасности. Подготовка к предупреждению возникновения данных ситуаций должна производиться до начала работы.

Требования безопасности при эксплуатации электрооборудования регламентируются следующими нормативными актами:

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [53];

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6[55].

Согласно им:

электрооборудование, имеющее контакты для подключения заземления, должно быть заземлено, а помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации оборудования;

все крышки и защитные панели должны находиться на своих местах (при отсутствии крышки или защитной панели эксплуатация электрооборудования не допускается);

при работе с электрооборудованием не допускать попадания влаги на поверхность электрооборудования, а также касаться электрооборудования влажными руками;

вентиляционные отверстия электрооборудования не должны быть перекрыты находящимися вплотную стенами, мебелью, посторонними предметами;

выдергивание штепсельной вилки электроприбора необходимо осуществлять за её корпус, при необходимости придерживая другой рукой корпус штепсельной розетки;

подключение и отключение разъемов компьютеров и оргтехники должно производиться при отключенном питании (за исключением подключения и отключения USB-устройств);

удаление пыли с электрооборудования должно производиться в отключенном от электрической цепи состоянии;

перед использованием электроприборов необходимо проверить надёжность крепления электророзетки, свериться с номиналом используемого напряжения;

корпуса штепсельных розеток и выключателей не должны содержать трещин, оплавлений и других дефектов, способных снизить защитные свойства или нарушить надёжность контакта;

кабели (шнуры) электропитания не должны содержать повреждений изоляции, сильных изгибов и скручиваний

6.4 Экологическая безопасность

Персональный компьютер может нагреваться, а также быть источником электромагнитного и ионизирующего излучения, а также шума. Для защиты здоровья сотрудников, работающих с программным

обеспечением, рекомендуется соблюдать необходимую дистанцию при работе с компьютером (от 0.5 до 1 м), а также использовать эффективные охлаждающие системы и наиболее современное и эффективное оборудование.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

При необходимости утилизации компьютерной техники пользователь должен руководствоваться следующими принятыми положениями. Федеральный закон № 89 от 1998г. «Об отходах производства и потребления»[56] запрещает юридическим лицам самовольно избавляться от опасных отходов. Этим видом деятельности могут заниматься только специализированные структуры. В их число входят и фирмы, которые занимаются утилизацией электронных отходов. В данных структурах обращение с отходами регламентируется ГОСТ Р53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», а распространены они повсеместно[57].

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при работе с персональным компьютером является пожар на рабочем месте. В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры[47]:

- в помещении должны находиться средства тушения пожара, средства связи, план экстренной эвакуации;
- электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов должна быть исправна;
- все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб;

- все сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации (рис. 6.2), а также проинструктированы в соответствии с техникой безопасности. Существует необходимость прохождения повторного инструктажа в соответствии с календарным планом.

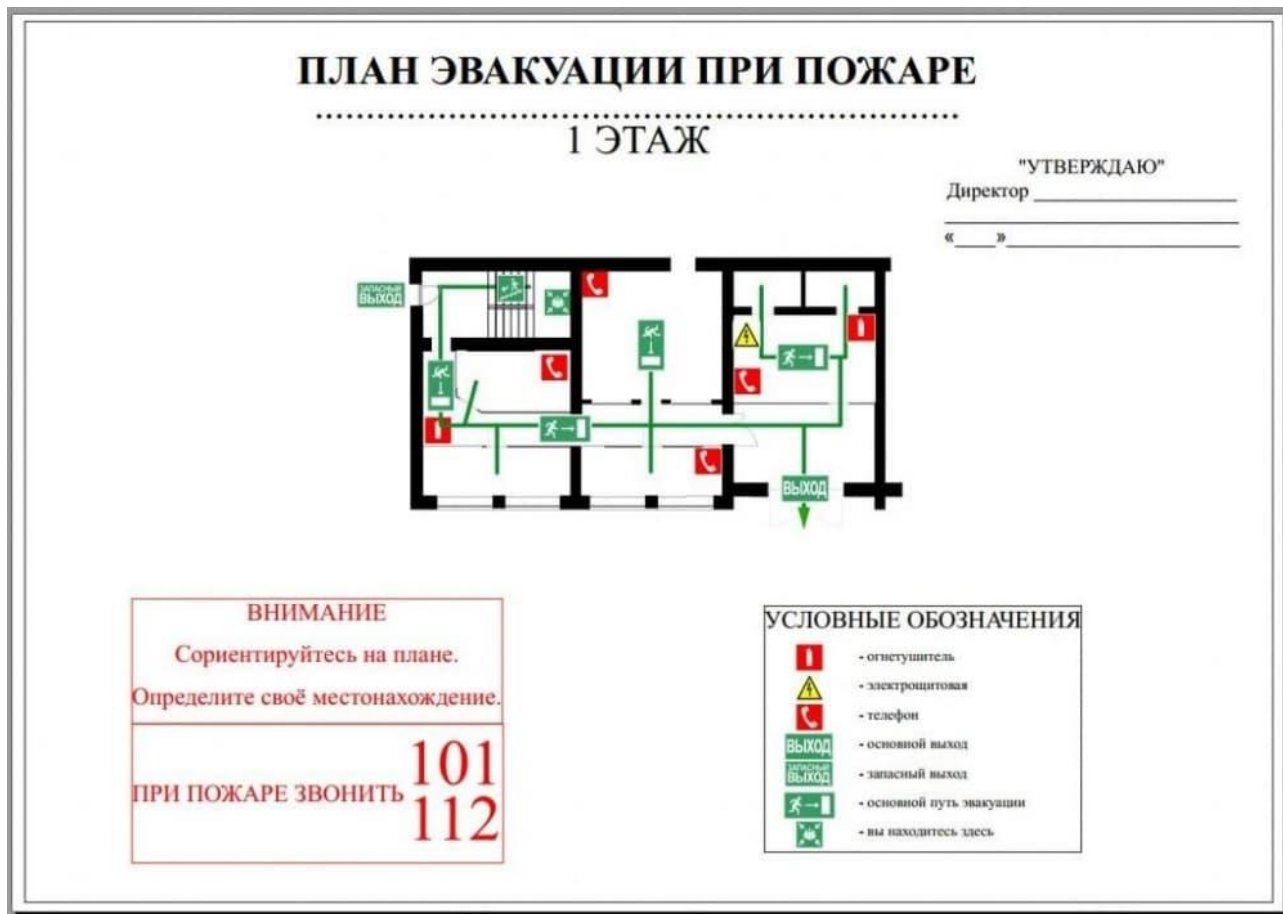


Рис.6.2 – Типичная схема плана эвакуации при пожаре

В связи с возможностью возникновения пожара разработан следующий план действий:

- в случае возникновения пожара необходимо сообщить о нем руководителю, постараться устранить очаг возгорания имеющимися силами при помощи первичных средств пожаротушения (огнетушитель порошковый, углекислотный О-1П0 (з)-АВСЕ);
- привести в действие ручной пожарный извещатель, если очаг возгорания потушить не удастся;
- сообщить о возгорании в службу пожарной охраны по телефону 01

- или 010, сообщив адрес, место и причину возникновения пожара;
- принять меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- встретить пожарную охрану, при необходимости сообщить всю необходимую информацию и оказать помощь при выборе наилучшего подхода к очагу возгорания.

Рабочее помещение должно быть оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Необходимо иметь средства противопожарной защиты в помещении, такие, как порошковый огнетушитель, а также пожарную сигнализацию, средства связи и план эвакуации. Также рабочее место должно иметь достаточно пространства для эвакуации.

Выводы по разделу

В ходе выполнения работы над разделом “Социальная ответственность” были выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться человек, использующий ПК для проведения камеральных работ.

Был проведён анализ нормативной документации. В целом, рабочее место удовлетворяет требованиям безопасности. Выполняемая работа не сопряжена с высоким риском травматизма.

Освещение на рабочем месте соответствует нормам – используется несколько энергосберегающих ламп.

Уровни шума находятся в допустимых пределах – источником шума при эксплуатации ПК могут являться системы охлаждения, а также жесткий диск, однако уровень создаваемого ими шума невысок.

Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования.

Во время работы делаются перерывы для снижения нагрузки и предотвращения нервно-психических перегрузок.

Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности.

В случае выхода из строя используемой электроники, отходы передаются в соответствующие компании.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение особенностей формирования стока рек в условиях использования средств является одним из этапов оценки количества водных ресурсов территории, ее водного баланса. Многокомпонентная оценка водного стока рек, его взаимосвязей с различными параметрами, влияющими в совокупности на его величину, распределение и трансформацию, является сложной задачей, для достижения которой необходимо иметь достоверные исходные данные. Одним из факторов выборки гидрологических и метеорологических данных наблюдений является их пространственная привязка и распределение вдоль и вглубь изучаемой территории.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, в соответствии с поставленной целью и задачами, изучены условия формирования водного стока рек Талгарского массива (Заилийский Алатау, Южный Казахстан), проанализированы морфометрия, осадки, геологический фактор, типы подстилающей поверхности, дана оценка влияния перечисленных факторов на величину модуля стока. Построена карта пространственного распределения водосборных областей рек разных порядков, карта проницаемости геологических пород, карта распределения природных ландшафтов и типов подстилающей поверхности. Построена модель пространственного распределения величины модуля стока, оценена величина подземного стока.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альжанова Б.С., Сатаев К.Ш., Айтжанова З. Водные ресурсы Южно-Казахстанской области // Наука и образование Южного Казахстана.- 2003 - № 32 - С. 20-22.
2. Смоляр А.П. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние): Справочник. - Алматы: Ғылым, 2002 - 628 с.
3. Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 мая 2016 года № 302. Об утверждении Межрегиональной схемы территориального развития Алматинской агломерации
4. Гальперин Р.И. К вопросу об изменении речного стока с северного склона Заилийского Алатау // Вестн. КазНУ. Сер. геогр. -2003 - № 1(16). - С. 22-28.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - Т.13, - Вып.2, - 645 с
6. Сарсенбаев М.Х. Гидролого-экологические проблемы орошения в Южном Прибалхашье (на примере рисовых земель). – Алматы: Қазақ университеті, 2001.- 193 с.
7. Амиргалиев Н.А. К характеристике химического состава воды водоемов зоны затопления Капчагайского водохранилища на р. Или // Сб. «Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их исследование». -Алма-Ата: Наука, 1970. - Вып.6, - С.124-129.
8. Шлыгина В.Ф. Формирование подземных вод конусов выноса предгорной равнины Заилийского Алатау. Дисс. на соискан. ученой степени канд. геол.-мин. наук. - Алма-Ата, 1979. - 230 с.
9. Гидрогеология СССР, том XXXVI, Южный Казахстан. Коллектив авторов. М., «Недра», 1970. 473 стр.
10. Чигринец А.Г. – гидролого-экологическая оценка малых рек горно-предгорной зоны Илейского алатау и разработка рекомендаций по их охране – дисс.на соискание уч.ст. к.г.н –Алматы, 2006

11. ГОСТ 19179–73. Гидрология суши. Термины и определения. – Москва : Госстандарт СССР, 1988. – 47 с.
- 12.USGS SRTM Topography // SRTM Documentation [Электронный ресурс]. URL:
https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/Documentation/SRTM_Topo.pdf.
- 13.Кассин Н. Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. Изд-во АН Каз. ССР, Алма-Ата, 1949.
- 14.Казанли Д. Н. Геология Северного Тянь-Шаня в связи с его сейсмичностью. Бюлл. Совета по сейсмологии АН СССР, № 3, 1957
- 15.Медоев Г. Ц. Геологические условия образования грязекаменных потоков в бассейне р. М. Алматинки. Тр. Каз. горно-металлург. ин-та, вып. 1. Алма-Ата, 1938.
- 16.Костенко Н. Н. Основы стратиграфии антропогена Казахстана. Изд. МГОН Каз. ССР, Алма-Ата, 1963.
- 17.Ахмедсафин У. М., Сыдыков Ж., Дмитриевский В. И., Шлыгин В. Ф. и др. Сток подземных вод Казахстана. Изд-во АН Каз. ССР, 1964.
- 18.Пальгов Н. Н. Современное оледенение в Заилийском Алатау. Изд-во АН Каз. ССР, 1958.
- 19.Вилесов Е.Н. Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана: монография. – Алматы: Казак университеті, 2016. – 268 с
- 20.В.А.Шульц Реки Средней Азии. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1965.
- 21.Р.К. Яфязова Природа селей Заилийского Алатау проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158с.
- 22.Гуриков Д.Е. Заилийский Алатау – Алма-Ата: Кайнар, 1981 – 256 с.
- 23.Северский И.В. Динамика горной криосферы Балкаш-Алакольского бассейна. -Алматы, 2017. - 109 с
- 24.Пивень Е.Н. – оценка антропогенных изменений стока основных рек Или-Балхашского региона – дисс.на соискание ученой степени к.г.н. , Алматы, 1997

- 25.Мазур Л.П. Анализ и расчет элементов водного баланса горных водосборов(на примере сев.склона Заилийского Алатау) – дисс. На соискание ученой степени к.г.н., Алма-ата, 1988.
- 26.Мазур Л.П. Исследование и расчет атмосферных осадков на горных водосборах Заилийского Алатау // вопросы гидрологического и гидравлического режима рек Казахстана. – Алматы: КазГУ, 1993. – с. 12-18
- 27.Достаев Жакипбай Трансформация стока рек северного склона Заилийского Алатау – дис. На соискание ученой степени к.г.н., Алма-Ата, 1990.
- 28.Судаков П.А. Чухонадская В.А. Количественная оценка годовых сумм осадков в Заилийском Алатау // Тепловой и водный режим ледников Казахстана. – Алма-ата: Наука, 1969. – С.69-74.
- 29.Боревский Б.В. Оценка запасов подземных вод/ Б.В. Боревский, Н.И. Дробноход, Л.С. Язвин – 2-е изд., перерб. И доп. – К.:Выща шк.Головное изд-во, 1989. – 407 с.
- 30.Narama, C., Severskiy, I., and Yegorov, A.: Current state of glacier changes, glacial lakes, and outburst floods in the Ile Ala-Tau and Kungoy Ala-Too ranges, northern Tien Shan Mountains, Annals " of Hokkaido Geography, 84, 22–32, 2009
- 31.Bolch, T.: Climate change and glacier retreat in northern Tien Shan (Kazakhstan/Kyrgystan) using remote sensing data, Global Planet. Change, 56, 1–12, 2007
- 32.СП 33-101–2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – Москва : Госстрой России, 2004. – 72 с.
- 33.Horton R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydro-physical approach to quantitative morphology // Geological Society of America Bulletin. — 1945. — Т. 56, вып. 3. — С. 275–370.

34. Strahler A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology // Geological Society of America Bulletin. — 1952. — Т. 63, вып. 11. — С. 1117–1142.
35. Философов В.П. О значении порядков долин и водораздельных линий при геолого-географических исследованиях // Вопросы морфометрии. Вып. 2. Саратов : Изд-во СГУ, 1967. С. 4–6.
36. Никитенков А.Н., Дутова Е.М., Покровский Д.С. Картографические построения и оценка морфометрических параметров водосборов горно-складчатых территорий по данным спутниковой съемки (SRTM) (на примере северной части Кузнецкого Алатау) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. № 1. С. 223–231.
37. Каневский М.Ф., КРИГИНГ И БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ГЕОСТАТИСТИКИ/ Каневский М.Ф., Демьянов В.В., Савельева Е.А., Чернов С.Ю., Тимонин В.А.// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 1999. № 11. С. 55-67.
38. Котляков В. М., Макаревич К. Г., Пальгов Н. Н. Оледенение Заилийского Алатау. – Наука, 1969. – №. 23.
39. Материалы базы геологических знаний РК // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geokniga.org/maps/2550>
40. Куделин Б. И. Закономерности подземного стока и гидрогеологическое обоснование генетического расчленения гидрографа реки // Закономерности формирования и распределения подземных вод. Гидрогеологич. сб. – №. 4.
41. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
42. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
43. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

- 44.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003
- 45.СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
- 46.ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- 47.ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
- 48.СП 51.13330.2011. Защита от шума
- 49.ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения»
- 50.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ
- 51.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
- 52.ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере
- 53.ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 54.ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Термины и определения (с Изменением N 1)
- 55.Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, утверждёнными Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 г. №6 (с изменениями на 13 сентября 2018 года)
- 56.Федеральный закон от 24 июня 1998 года N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (с изменениями на 27 декабря 2019 года)
- 57.ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов
58. по климату Казахстана С. Многолетние данные //Алматинская область, раздел I-II. – Алматы. – 2004.

- 59.Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока - Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002. - 163 с.
- 60.Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1978.
- 61.Гидрология суши. Термины и определения. ГОСТ 19179-73. М.: Изд-во стандартов, 1973.
- 62.Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России. Спб., 1884.
- 63.Ольдекоп Э.М. Об испарении с поверхности речных бассейнов. Юрьев, 1911.
- 64.Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1968.
- 65.Урываев В.А. Экспериментальные гидрологические исследования на Валдае. Л.: Гидрометеиздат, 1953

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Разделы магистерской диссертации, выполненные на иностранном языке:

Abstract;

Раздел «BRIEF DESCRIPTION OF THE ISSUE»

Information of the territory

Overview of current concepts of runoff and water resource

Natural conditions and geological structure of the research object

Physical and geographical description of the area

Administrative location

Relief

Climate

Hydrography

Geological structure and stratigraphy

Hydrogeological conditions

Characteristics of aquifers and complexes

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM82	Черноштан Анастасия Викторовна		

Консультант проф. кафедры:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист ОИЯ ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Диденко Анастасия Владимировна	канд. филол. наук		

ABSTRACT

The final qualifying work contains 90 pages, 25 figures, 42 tables, 112 sources,

Keywords: river flow, Talgar massif, flow formation, natural factors.

The topic of the final qualifying work - Features of the formation of water flow of rivers of the Northern slope of the Talgar massif (the Republic of Kazakhstan)

The object of research is a river network formed on the Northern slope of the Talgar massif-the Central part of the Ile Alatau, southern Kazakhstan.

The purpose of the study is to determine the role of natural factors that influence the formation of water flow of rivers on the Northern slope of the Talgar massif. The main result of this work is to identify the role and influence of individual natural factors (terrain with a hydrographic network, precipitation distribution, landscape and geological characteristics) on the amount of runoff and its components.

The initial data for this work are SRTM satellite images used as a data source for building a digital terrain model, multi-zone satellite images of the Earth Landsat 8, long-term data of hydrometeorological observations of the studied territory (observation networks WMO, Kazhydromet). The main part of the research was carried out in the ArcGIS software.

The final qualifying work contains research methodology, results of the analysis of rivers morphometric characteristics, analysis of river flow, assessment of the degree of influence of the geological factor, as well as landscapes and vegetation on the underground component of river flow within the zone of flow formation. Also, the cost of the study was calculated, and the competitiveness of the execution method was evaluated. An assessment was made of the safety of this study for humans and the environment.

BRIEF DESCRIPTION OF THE ISSUE

Information about the territory

The first studies of the Zailiskiy Alatau were at the beginning of the XIX century, concerning the issues of geology and terrain, hydrography, glaciology, climate. Such prominent scientists as Kassin N. G., Kazanli, Medoev G., Kostenko N. N., Tolstikhin N. I. Fomin V. M. Chapovsky E. G. Churinov M. V. Shchegolev D. I., Afanasiev T. P. Akhmedsafin U. M. Babinets A. E. Buachidze I. M. Dukhanina V. I. Efimov A. I. and others took an active part in the research of geology of the Zailiskiy Alatau and southern Kazakhstan[13-17]. Chakabaev S. E. and Golub, A. G. studied thermal waters of the Ili basin in the context of their use in the national economy. Particularly intensive research was developed during the International geophysical year-mg (1957-59), the International hydrological decade-MHD (1965-74) and the International hydrological program-IHP, when together with other geographical centres of the former USSR, comprehensive research was launched in all-mountain and glacial regions of Kazakhstan. Thus, A. R. Medeu, V. p. Blagoveshchenskiy T. A. Baimoldaev, T. L. Kirenskaya, B. S. Stepanov, V. V. Zhdanov study the issues of natural hazards and processes in the mountains – mudslides, landslides, avalanches. Glaciological research of the Zailiskiy Alatau dates back to 1939. (under the leadership of N. N. Palgov), conducted by E. N. Vilesov, K. G. Makarevich, Seversky, N. E. Kasatkin, A. L. Kokarev, I. N. Shesterov, V. N. Uvarov, E. N. Piven, etc[18-23].

The first hydrological posts of the district started functioning in 1907-8. (post u. Almaty-2 km below the mouth of the Teresbutak river and the Almaty river-Almaty). At the same time, the earliest preserved observations on runoff are those from 1915-16. In total, more than 250 stations were operating in the study area for the entire period of observations, of which 34 belonged to the Kazhydromet system (hydrometeorological Service), and the rest were under the control of various departments. At the moment, there are 8 runoff monitoring posts, 5 – in the Almaty

river basin and 3 – in the Kishi river basin of Almaty, 1 – in the Almaty river basin. Turgen, 1-p. Talgar, 2-R. Kaskelen[10].

Chigrinets determined the statistical characteristics of the annual runoff for 157 posts, including 2000y[10].

The characteristics of the annual flow of rivers in this area were first generalized by Zaykov B. D., then the rate of annual flow was studied by Shultz V. L., Abramovich D., Berkaliyev Z. T., Korovin, Yemelyanova L. A., Dostay Zh. D., Mazur L. P., Piven E. N., [24-28,31] and others. Such services and departments as Kazhydromet, Research Institute of Geography, Department of meteorology and hydrology of al-Farabi Kazakh National University deal with issues of annual runoff, as well as hydrological monitoring.

Overview of current concepts of runoff and water resources

According to Chigrinec[11], the flow is the movement of water on the surface of the earth, as well as in the thickness of soils and rocks in the process of its circulation in nature. When talking about runoff as a calculated characteristic, the emphasis is placed on the amount of runoff, which shows the amount of water flowing from the catchment over a given time interval and is usually expressed as a volume, module, or layer of runoff.

Water resources are reserves of surface and underground water of any territory[11]. Over a long-term period, underground flow is characterized by an average annual value, which is equal to the total discharge – the rate of upsetting flow [29].

Natural conditions and geological structure of the research object

Physical and geographical description of the area

Administrative location

The object of research is located in southern Kazakhstan, Almaty region on the territory of Zhambyl, Karasay, Talgar and Enbekshikazakh districts. The territory includes the Northern slope of the Central part of the Zailiskiy Alatau - Talgar

massif. The Zailiskiy Alatau range belongs to the Northern Tien Shan (on the border of Kazakhstan and Kyrgyzstan) and is bounded in the North by the Kapchagai reservoir, as well as part of the Dzungarian Alatau. The study also covers the Almaty agglomeration, which includes the city of the national significance of Almaty and several localities (Talgar, Kaskelen, Issyk, etc.) [10,38]. The mountain zone is included in the territory of the Ile Alatau national park and Almaty biosphere reserve, the low-mountain-foothill and plain- are in the zone of influence of the Kunaev Tank (between the rivers Chilik-Chemolgan), which is one of the large and complex objects of water management construction in the Republic of Kazakhstan[10].

Relief

The Zailiskiy Alatau range is one of the extreme Northern arcs of the Tien Shan mountain system. It is located at 43° s. W., within 75-78° V. d., partly in Kazakhstan, Kyrgyzstan, and China. The range begins in the West within the Chu river and extends 280 km East to the Chilik river. To the North of the axial ridge, the slopes gently descend to the Ili river basin and the plains of Kazakhstan, the surface of which has a general slope to the North with a change in absolute marks from 800 meters at the foot of the mountains to 400 meters at the Kapchagai reservoir. In the South, the range is separated from Kungei Alatau by longitudinal intermountain valleys of two rivers-Chilik and Chonkemin. In the area of their sources, the ridges are connected through the Chiliko-Keminskiy mountain junction. The prevailing heights are 4000-4600 m, the highest point is the Talgar peak (4973-4979 m). The Gorodetsky Glacier is located on the Northern slope of Talgar peak. The highest part of the Zailiskiy Alatau in the vicinity of Talgar peak between the sources of the Talgar river, the upper reaches of the Chilik river and the Chiliko-Kemin mountain junction is called the Talgar massif. Each of the vertexes has its unusual structure: the peak of Abay and Karlytau is a wide base and a cut-off top, the peak of Heroes is a type of obelisk, the top of Tuyuksu Needle is a separate arrow-shaped peak[24,25].

The Zailiskiy Alatau has an asymmetric cross-section-in the area of the Talgar mountain junction, the width of the southern slope is 8 km, and the Northern slope is 30 km[7,10].

The Northern slope of the Zailiskiy Alatau is divided in the Meridian direction, and has a large steepness. The characteristic regularity of the surface arrangement – the tiered structure is clearly shown. In the mountainous part, there are 3 high-altitude relief zones: high-glacial, medium-mountain and low-mountain-foothill, which smoothly turns into a foothill plain. There are two zones within the foothill plain: the zone of removal cones and the zone of the foothill accumulative plain[10].

Climate

The climate is sharply continental. As the terrain rises above sea level, the continentality of the climate is smoothed out. The vertical climate zone can be traced within the mountainous area, which is expressed in a gradual increase in the amount of precipitation with an increase in heights from 200 mm in the plain to 800 mm or more in the highlands and a decrease in average annual air temperatures and evaporation. In mountainous areas, the temperature decreases in summer and decreases by 3-5 °C at an altitude of 1000 m or more. In winter, the air temperature, on the contrary, increases with altitude by 5-7 °C. In the foothills, precipitation is not much, up to a height of 2500 m, their number increases to 1200 mm / year, then, to the glacial-Nival zone, precipitation stabilizes at the level of 900-1000 mm. Precipitation falls in summer, in winter only 30-35%. At altitudes above 2500 m, solid precipitation may fall in summer, and negative temperatures above 3900 m are all year round.

Latitudinal zoning is observed in the temperature distribution, which is broken in the South-East and East of the Balkhash depression by mountain ranges.

The amount of precipitation depends on the altitude of the area(fig.1). The amount of precipitation on the plain during the warm period increases from the North-West to the South and South-East from 50 to 110 mm and plays a minor role

in the humidification of the territory. In the mountains, the amount of precipitation for may-September is more than 200 mm[24].

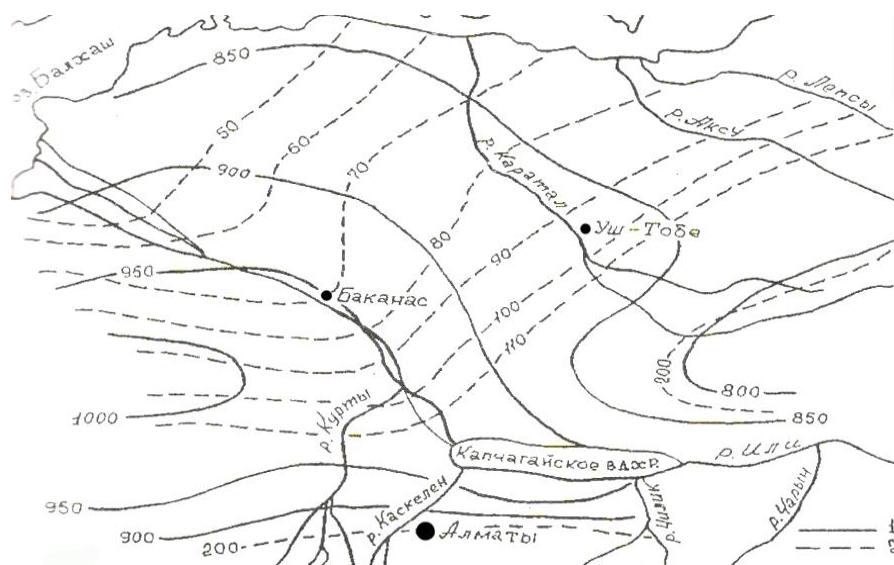


Figure 1 - Map of isolines of average annual evaporation (1) and the amount of precipitation (2) for the growing season (May-September) for the conditions of the southern Balkhash region[6]

The increase in precipitation with the height of the terrain is due to the aggravation of atmospheric fronts near the mountains, as well as the presence of convective clouds in the warm season, the orographic ascent of moisture-bearing air masses. They vary in the Kishi river basin of Almaty at an altitude of 847 from 616mm to 1250mm at an altitude of 3500-3600 abs. Then the precipitation decreases above 3600 abs. The distribution of precipitation is uneven, the largest amount falls in the Central part of the ridge, to the East and West precipitation decreases. The gradient of decreasing annual precipitation to the East and West is about 5 mm per 1 km of the slope. The Eastern part of the ridge is less humid than the Western part since a significant part of the moisture remains in the Western and Central parts of the ridge when moisture-bearing air masses pass through them. Two precipitation peaks are also typical, with the spring one being greater than the autumn one, and the winter minimum. The rate of solid precipitation increases with altitude – from 23% of annual values at an altitude of 1200 m to 59% at an altitude of 3000 m. Above 4000 m, precipitation falls almost in a solid form [10,27-28].

Hydrography

The Northern slope of the Zailiskiy Alatau is divided by deep river valleys, from the Western watershed of the Uzyn-Kargaly river to the watershed with the Chilik river in the East. The slope belongs to the runoff formation zone[10].

The Turgen river originates at an altitude of 3423 m in the Zailiysky Alatau range and flows down its Northern slope. The catchment area is 626 km². The glaciation of the basin is 39.5 km², where there are 34 glaciers with an ice volume of 1 km³. The length of the river is 106 km, the average water flow is 7 m³/s (ranges from 5.33 to 9.66 m³/s), and the average annual flow is 220 million m³ / year. Flow is formed by snow and glacial melting. Riverbed is pebble-boulder, deformable. The banks, up to 1.5 meters high, are steep, not flooded, sand and pebbles, overgrown with sparse shrubs[5].

The Issyk river-originates at an altitude of 3144 m in the Zailiskiy Alatau rapidly flows down from the mountains. The catchment area is 256 km². The glaciation of the basin is 53 km², where there are 49 glaciers with an ice volume of 2.1 km³. The length of the river is 121 km, the average annual water flow is 4.9 m³/s (ranges from 3.86 to 7.17 m³ / s), the volume of runoff is 155 million m³[7].

The Talgar river originates from the Northern slopes of the Zailiysky Alatau mountains at an altitude of 3000 m and flows into the Kapchagay reservoir. The catchment area is 444 km². The glaciation of the basin is 117.4 km², where there are 92 glaciers with an ice volume of 4.5 km³. The river is 117 km long. The average long-term water consumption is 10.2 m³ / s (ranges from 7.92 to 13.6 m³ / s), and the volume of runoff is 329 million m³[5].

The Kishi Almaty river (Malaya Almatinka, K. Almaty) originates at an altitude of 3200 m from a group of glaciers, the largest of which is Tuyuksu[10]. In the upper reaches of the valley, there are 19 glaciers with a total area of 6.3 km²[30], the largest of them: Tuyuksu needles, Mametova, Mayakovsky, Ordzhonikidze, Molodezhny, Partizan, etc. The direction of the river flows from South to North. The

catchment area before leaving the mountains is 118 km²[5], and the total catchment area at the confluence with the Kapchagai is 710 km².before the appearance of the reservoir, it was a right tributary of the Kaskelen river and later began to flow independently. It is the third-longest river among the rivers of Ile Alatau after the Chilik and the Kaskelen rivers. The length is 125 km . It receives about 20 tributaries, most of them are located in the flow formation zone (the mountainous part).

The Sarysay river is a large upper right-Bank tributary of the Kishi of Almaty, the flow direction is latitudinal from East to West. It starts at an altitude of 2600-2500 m. The length is 3.28 km, the catchment area together with the river Chimbulak is 9.53 km³. 0.5 km from the mouth of the river flows into the tributary Chimbulak, 3.25 km long, whose source is at an altitude of 2300 m. About half of the area is covered by alpine and subalpine meadows. A third of the catchment area is occupied by rocks and scree, with 25% forest cover. In the valleys and gorges, there is a large amount of loose material. The river basin is a mudflow hazard[10].

In the mountainous part, the valley of the Kishi Almaty river is deep and narrow. The river floodplain is poorly developed, usually narrow and mostly two-sided. The width of the riverbed varies from 2 to 12 m. The flow velocity is 3.5 m/s. When leaving the mountains, the valley widens sharply and becomes shallow. The width of the riverbed is below p. Rayymbek ranges from 5 to 20 m, the flow speed does not exceed 0.5-1 m/s[10].

At an altitude of 1100 m, it branches into 3 rivers: Zharbulak, Esentai and Kishi Almaty. All three are used as the main channels of the irrigation system. The flow through them is regulated by the head GTS located on the branch section. The Kishi river Almaty flows into the Kapchagai reservoir East of the mouth of the Kaskelen river[10].

The Ulken Almaty river is the most high-water river in Almaty. It originates from glaciers at an altitude of 4000 m and flows into the Kaskelen river. The length is 96 km. It is 2 times more water-bearing than the Kishi of Almaty. The catchment area at the outlet of the mountains is 280 km², which is 2.2 times larger than the Kishi of Almaty. The total catchment area at the confluence is 425 km². The average

height of the catchment is 3000 m, the highest marks in the upper reaches 4300 m. It has the most significant glaciation – 55 glaciers with a total area of 21.9 km², the largest is the Main Bolshealmatinsky glacier[30].

14 km up the river from Almaty there is the Big Almaty lake (BAL) at an altitude of 2516 m, the length of the coastline is 4 km. The Ulken Almaty river flows through a deep valley with a relative elevation of 800-1200 m. In the middle zone on the slopes are dense thickets of shrubs and Shrenka spruce. The riverbed widens noticeably as it moves from the upper reaches, where its width is 5-8 m. To the exit from the mountains, the width varies from 15 to 30 m. Significant flow rates are of 1-7 m/s. The riverbed is heavily blocked. The floodplain is two-sided, 100-300 m wide. Below the exit from the mountains, the river enters the foothills of the slightly sloping northward plain, which belongs to the southern part of the urban area, the flow rate falls to 0.9-1.4 m/s. More than 30 tributaries flow into the Ulken Almaty river. Significant inflows are Kumbel, Communicating, Teresbutak, Kyzyl-Kungey, Serkebulak rivers.

The Kumbel river flows into the Ulken Almaty river below the lake, it is the largest tributary, which length is 9 km, catchment area is 22.4 km². The forest is missing. On the right, the river receives the Shukyr tributary with a length of 5 km and a catchment area of 7 km². The riverbed is muddy and has debris. The drop in the catchment area is 185 m per 1000 m[10].

The Prokhodnaya river is the largest left-Bank tributary of Ulken Almaty, named after the pass. The forest area of basin is 10%. The river is 22 km long and has a catchment area of 82 km²[10].

The Terisbutak river is a right-Bank tributary, which is 12 km long, with a catchment area of 31 km². Forest cover is 15 %. The surface slopes are insignificant in comparison with the slopes of other catchments: on average, they are 119 m per 1000 m[10].

The Kaskelen river is a left tributary of the Ile River. It originates at an altitude of 3369 m, at the exit of the mountains it flows down a slightly sloping North-easterly plain. It flows into the Kapchagai reservoir. The catchment area is 3,620

km², the glaciation of the basin is 12.4 km², where there are 20 glaciers with an ice volume of 0.51 km³. The length of the river is 177 km, the average annual flow rate is 4.3 m³/s (ranges from 2.84 to 5.96 m³ / s), and the volume of runoff is 126 million m³[7].

The Chemolgan river is a left tributary of the Kaskelen river. Length is 102.3 km, catchment area is 487 km². The flow is formed by melting snow and rains.

The Aksay river is a right tributary of the Kaskelen river, which originates in the glaciers of the Zailiskiy Alatau. The length is 70 km, with a catchment area of 566 km². The river basin is located in various landscape zones-mountain and mountain-plain. The width of the valley near the village of Aksay is 8 m, the average depth is 0.2—0.7 m, the maximum is 1.2 m, the average annual water consumption is 3.63 m³/s[7].

Geological structure and stratigraphy

The Zailiskiy Alatau belongs to the North Tien Shan folded system. The process of sedimentation occurred in the Proterozoic and Paleozoic. The latest tectonic movements of the Pliocene and Pleistocene played a crucial role in the formation of the modern surface. The ridge was formed during the Caledonian folding, much reworked in the quarter. It is composed mainly of granites, conglomerates, limestones and shales. The result is three faults of the sub-latitude strike, where the most active movement of underground water is observed[9].

The uplift area includes the highest part of the Ile Alatau, and the lowering area is the zone of the foothill deflection, covering the sub-mountain zone, where the Paleozoic Foundation is submerged to a depth of 100-1200 m (the Turgen-Chilik interfluve) to 3500 m (the Almaatinsky deflection) from the earth's surface. These huge basins are filled with thicknesses of Cenozoic coarse alluvial-proluvial deposits, which are the main reservoirs of underground water. Due to the inversion rise of the Western part of the foothills (Askengirskoe), the riverbed of the Kaskelen river deviates to the East, and the river Issyk and Talgar deviate to the West due to the intensive sinking of the Almaty basin.

The Precambrian territory is represented by highly metamorphosed sedimentary and igneous rocks that structurally belong to the inner parts of the anticlinorium and are usually exposed on the slopes and peaks of mountains. The most ancient among them are gneisses, crystalline shales, quartzites, amphibolites, porphyry and tuffs, their total apparent thickness reaches 4 km or more. The age of these rocks is conventionally dated as Archean. Stratigraphically higher there is a thick layer of 3-5 km of highly modified sedimentary and igneous rocks, which is attributed to the Proterozoic, Precambrian formations are characterized by high density and solidity. In exposed areas, the depth of spreading of weathering cracks in their thicknesses does not exceed 20-50 m[9].

The lower Paleozoic is represented by rocks of both systems-the Cambrian and Ordovician, in the strata of which the corresponding departments and other more fractional stratigraphic divisions are located. Middle and Upper Cambrian (Cm2—z) rocks are considered together. Here metamorphosed strata often contain siltstone, quartzite, porphyry, tuff, of breccias and conglomerates. The thickness of middle-upper Cambrian rocks reaches 2 m or more.

The upper Ordovician (O3) is highlighted in many areas. In the areas of Kungei-Alatau and Zailiysky Alatau, mainly boulder and large-scale conglomerates and sandstones with layers of effusions, siltstones and limestones are common. In these and other older rocks, intrusions of various compositions are embedded in large areas here. The thickness of the upper Ordovician rocks is determined at 800-1500 m.

The lower (P1) and upper (P2) Permian divisions are represented by effusive sedimentary formations: porphyry, albitophyre, tuff, sandstone, conglomerates and siltstones, sometimes containing rare interlayers and lenses of limestones and clay shales.

Among the upper Paleozoic formations, Intrusive rocks confined to regional tectonic zones are widely distributed, along which the fields of their outputs are

located in the form of linearly oriented bands. Their composition is dominated by granites, granosienites and granodiorites.

Rocks of the Mesozoic group are mostly hidden by layers of younger sediments. Cenozoic deposits are the most widespread in comparison with older formations. They are absent or almost not preserved in the raised areas of mountain-laid areas, where their accumulation either did not occur or after some accumulation, there was a washout.

Hydrogeological conditions

Characteristics of aquifers and complexes

Groundwater is ubiquitous, but the conditions for its formation, transit, discharge, and chemical composition are very diverse. Within intermountain and foothill depressions filled with Mesozoic and Cenozoic sediments, pore ground and pressure waters are formed. The area under study belongs to the Tien Shan mountain-laid hydrogeological region[9].

In mountainous and foothill areas, the formation of groundwater is closely related to surface water. In mountainous areas, the formation of fractured water occurs due to the infiltration of precipitation, meltwater from glaciers and snowfields, and condensation of the air vapours. A large part of the precipitation seeps into the ground forming a fissure of water. The underground flow from the Northern slope of the Zailiysky Alatau to the Ileyskaya depression, is going to a deep infiltration and not drained in the mountains by rivers, according to V. F. Shlygina [8], is estimated to be no more than 1.7 l/s km².

The Tien Shan mountain-laid hydrogeological region occupies the southern and South-Eastern regions of southern Kazakhstan and consists of four systems of fractured water basins (Karatau, Talas-Ugam, Ketmen-Zaili and Dzungarian), confined to mountain ranges, and two systems of artesian basins (Ile and Alakul-Balkhash). Mountain structures are represented by a series of latitude-oriented highly elevated ridges (abs. up to 5000 m) with relatively small tetragonal

depressions, which are associated with small artesian basins — Kegen - Tekes, Karatal, Kugali, Ters-Aschibulak, etc. Mountain structures are characterized by a significant excess of their length over their width, a strong dissection of the hydrogeological network of mainly high-and medium-mountain terrain. Intermountain depressions have a poorly dissected flat surface with absolute marks from 340 to 800 m[9].

Within the Tien Shan mountain-laid hydrogeological region, there is a vertical climate zone, which is expressed in a gradual increase in the amount of precipitation with an increase in heights from 200 mm in the plain to 800 mm or more in the highlands, and a decrease in average annual air temperatures and evaporation.

The hydrogeological conditions of the Tien Shan mining area are complex and determined by a combination of structural-geological, geomorphological and climatic factors. In general, it is an area of formation of underground runoff and accumulation of significant reserves of underground water within the artesian basins. Fractured and fractured-karst waters are widespread in mountain ranges, and pore and pore-formation waters are common in intermountain depressions. Highly dissected terrain of mountain structures is a factor that contributes to intensive drainage of underground water by the hydrographic network and almost eliminates the possibility of accumulation of underground water with significant natural resources.

In the basins of fractured waters and small artesian basins of the Tien Shan mountain-laid hydrogeological region, mainly fresh and ultra-fresh water of ground and pressure types are formed (fig.2)[9].

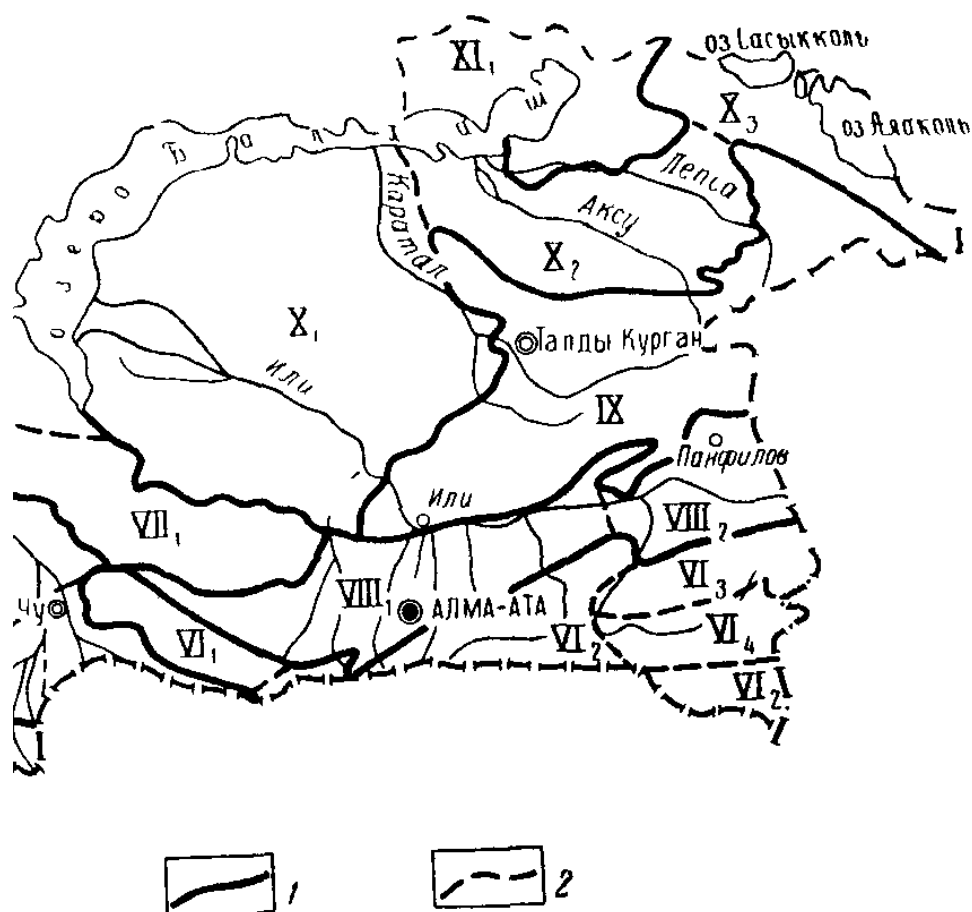


Fig. 2-Scheme of hydrogeological zoning of the territory of the Almaty region (according by V. I. Dmitrovsky)

1-borders of hydrogeological areas of the first order; 2-borders of hydrogeological areas of the second order. VI - Ile basins system of fracture waters, VII - pool fissure waters of Kendyktas mountains, VI2 - pool fissure waters of Zailiskiy Alatau, VI3 - pool fissure waters of Kamenskiy ridge, VI4 - Kegenotekes artesian basin; VIII - Ily system, artesian basins, VIII1 - Western-ily artesian basin, VIII2 - East-ily artesian basin; IX-Dzungarian system of fractured water basins, X-Alakul-Balkhash system of artesian basins 1-Balkhash artesian basin, 2-Lepsinsky artesian basin, 3-Alakul artesian basin[9].

The Kopa-ili basin of mainly reservoir pressure-free and pressure-free subsurface waters of the second order is confined to the eponymous intermountain depression, which lies at the foot of the Zailiskiy Alatau. It includes the Almaty and Jarkent basins. The Almaty basin of reservoir groundwater of the third order is located in the Central part of the Kopa-ili depression, stretched in a North-easterly direction. It is separated from the Kopinsky basin by the Aksengir uplift, and from the Jarkentsky – Bala-Bogutinsky fault. The structure of the basin is synclinal with

a gentle Northern and steep, almost vertically broken side in the South. At the base of the section, Cretaceous, Paleogene, Neogene and Quaternary deposits are deposited on the Paleozoic Foundation. The depth of occurrence at the Zailiysky Alatau ridge is more than 3000 m. It is characterized by the presence of thermal waters confined to the Neogene, Paleogene and Cretaceous thermal water-bearing complexes[9].

The main area of groundwater supply is located in the foothill part of the Zailiysky Alatau range. There are two discharge zones in the basin, the first one is on the border of the pressure-free zone of underground water of the discharge cones. The second discharge zone in the Ili river valley and the Kapchagai reservoir[10].