

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Водохозяйственный баланс водосбора реки Кисловки (Томский район и г. Томск)

УДК 628.113(282):628.171(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	д. г. н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к. э. н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к. т. н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженерные изыскания в строительстве	Савичев Олег Геннадьевич	д. г. н., профессор		

Томск – 2022 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
_____ Савичев О.Г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна

Тема работы:

Водохозяйственный баланс водосбора реки Кисловки (Томский район и г. Томск)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Литературные источники, фондовые материалы (материалы гидрологических наблюдений на притоках реки Томь).
---	---

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>		1) природные условия формирования водосборной территории р. Кисловки; 2) антропогенные условия формирования водосборной территории р. Кисловки; 3) расчет элементов водного и водохозяйственного баланса р. Кисловки; 4) анализ водохозяйственного баланса р. Кисловки и разработка рекомендаций по оптимизации водопользования в водосборе р. Кисловки.	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Схема гидрометеорологической изученности в северной части водосбора р. Томи. 2. Внутригодовое распределение водного стока р. Кисловки. 3. Водохозяйственный баланс р. Кисловки.	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Рыжакина Татьяна Гавриловна	
Социальная ответственность		Сечин Андрей Александрович	
Иностранный язык (английский)		Болсуновская Людмила Михайловна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:			
Methods of computation of the main water balance components			

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	д. г. н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна

Школа	ИШПР	Отделение школы	отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление	20.04.02. Природообустройство и водопользование

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Страховые взносы 30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Формулировка цели и задач проекта; Ожидаемые результаты проекта.
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования Определение бюджета на научного исследования. Определение рисков
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка абсолютной эффективности; Оценка социальной эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Иерархическая структура работ
4. Календарный план график
5. Проектная организационная структура

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к. э. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ01	Захарченко Анастасия Константиновна

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	магистратура	Направление	20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Тема ВКР:

Водохозяйственный баланс водосбора реки Кисловки (Томский район и г. Томск)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение — Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения — Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования: водосборная территория реки Кисловки</i> <i>Область применения: инженерно-гидрометеорологические изыскания</i> <i>Рабочая зона: офис.</i> <i>Размеры помещения: 20*30 м</i> <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1ПК, 1 стационарный телефон.</i> <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: вычислительные исследования на ПК.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	—ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. —ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. —Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-

	ФЗ (с изменениями на 25 февраля 2022 года).
2. Производственная безопасность <u>при эксплуатации</u>: — Анализ выявленных вредных и опасных факторов — Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора	Вредные факторы: — Повышенный уровень шума; — Недостаток освещения; — Электромагнитное излучение; — Динамические нагрузки, — Статические нагрузки Опасные факторы: — Неисправность оборудования; — Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования; — Ветер и вихри. Расчет: расчет системы искусственного освещения
3. Экологическая безопасность <u>при эксплуатации</u>	Воздействие на Атмосферу: выброс парниковых газов автотранспортом Воздействие на гидросферу: разлив нефтепродуктов (бензина, масел) и др. хим. веществ на воду, сбросов сточных вод. Воздействие на Литосфера: загрязнение почвы хим. веществами и бытовыми отходами.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации</u>	Возможные ЧС: ураганный ветер, очень сильный снег, чрезвычайная пожарная опасность, автомобильная авария Наиболее типичная ЧС: автомобильная авария, бытовые пожары
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к. т. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 119 с., 20 рис., 57 табл., 39 источников, 1 прил.

Ключевые слова: оценка водохозяйственного баланса, река Кисловка.

Объектом исследования является водосборная территория реки Кисловки для оценки водохозяйственного баланса.

Цель работы – оценка современного водохозяйственного баланса р. Кисловки.

В процессе исследования проводились: 1) оценивались морфометрические характеристики рек находящихся в единых климатических и близких физико-географических условиях, для выбора реки аналога; 2) расчеты элементов водного и водохозяйственного баланса для водосбора реки Кисловки; 3) анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработка варианта оптимизации водопользования.

В результате исследования для исследуемой реки Кисловки–(протока Бурундук) выбран наиболее подходящий аналог река Порос-поселок Зоркольево; произведен расчет элементов водного и водохозяйственного баланса для водосбора р. Кисловки; выполнен анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработан план оптимизации водопользования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: предпроектное обоснование водохозяйственной деятельности с оценкой современного и перспективного изменения водопотребления и водоотведения.

Степень внедрения: поисковые работы

Область применения: результаты исследования являются частью инженерно-гидрометеорологического обоснования хозяйственного освоения левобережной части долины р. Томи в пределах водосбора р. Кисловки –

протоки Бурундук в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса РФ.

Экономическая эффективность/значимость работы выполненные исследования необходимы при проектировании, строительстве и эксплуатации производственных и жилых объектов в водосборе р. Кисловки – протоки Бурундук согласно Градостроительному кодексу РФ.

В будущем планируется уточнить оценки элементов водохозяйственного баланса при расширении селитебной территории и расширении водохозяйственной деятельности (водозаборы, КОС, ливневая канализация, системы инженерной защиты территории от ЧС).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ГОСТ – государственный стандарт;

ИШПР – Инженерная школа природных ресурсов;

НДС – налог на добавочную стоимость;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

ОГ – Отделение геологии;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

МПУ – муниципальное унитарное предприятие;

ФГБУ – федеральное государственное бюджетное учреждение

ПК – персональный компьютер;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

КОС – Канализационные очистные сооружения

ПДК – предельно допустимая концентрация.

Оглавление

ЗАДАНИЕ.....	2
РЕФЕРАТ.....	7
Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки	9
Введение	13
ГЛАВА 1. Оценка изученности р. Кисловки– (протока Бурундук)	15
1.1 Гидрометеорологическая изученность	15
1.2 Физико-географическая характеристика исследуемого района.....	16
1.3 Климатические условия	18
1.4 Почвенный и растительный покров	24
1.5 Гидрологические и гидрогеологические условия.....	26
ГЛАВА 2. Выбор рек-аналогов.....	30
2.1 Оценка морфометрических характеристик формирования водосборов р. Порос и р. Лебяжья	30
2.2 Классификации водных объектов (р. Порос и р. Лебяжьей) по водному режиму и водному питанию.....	32
ГЛАВА 3. Расчет элементов водного и водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки.....	34
3.1 Метод средних распределений стока для р. Порос - п. Зоркольево	34
3.2 Расчет внутригодового стока методом компоновки р. Порос - п. Зоркольево	37
3.3 Определение среднегодовых значений элементов водного баланса для р. Кисловки–(протока Бурундук).....	40
3.4 Водохозяйственный баланс водосбора р. Кисловки	43
ГЛАВА 4. Анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработка варианта оптимизации водопользования	47
4.1 План оптимизации водопользования.....	49
ГЛАВА 5. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	52
5.1 Предпроектный анализ.....	53
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	53
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	53
5.1.3 SWOT-анализ.....	55

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	56
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	58
5.2 Инициация проекта.....	59
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	61
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	61
5.3.2 План проект.....	62
5.4 Бюджет научного исследования.....	63
5.4.1 Организационная структура проекта.....	69
5.4.2 План управления коммуникациями проекта	70
5.4.3 Реестр рисков проекта.....	70
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....	71
5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	71
ГЛАВА 6. Раздел «Социальная ответственность».....	80
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
6.1.1 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя.....	81
6.2 Производственная безопасность	82
6.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования	84
6.2.2 Повышенный уровень шума	85
6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	86
6.2.4 Электромагнитное излучение	88
6.2.5 Динамические нагрузки.....	89
6.2.6 Статические нагрузки.....	90
6.2.7 Неисправность оборудования	90
6.2.8 Ветер и вихри	91
6.2.9 Расчёт системы искусственного освещения.....	92
6.3 Экологическая безопасность	95
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
Список использованных источников:.....	101

Приложение А.....105

ВВЕДЕНИЕ

Малые реки селитебных территорий часто оказываются под антропогенным воздействием, что негативно влияет на речные экосистемы, а следствие на формирования стока на водосборе. Актуальность исследования заключается в научном обосновании распределении водных ресурсов, а также всецелом анализе сложившихся и ожидаемых режимах расходования водных ресурсов и учета антропогенного воздействия на водосборную территорию.

Эта проблема была рассмотрена на примере реки Кисловки–(протока Бурундук) в Томском районе и г. Томске (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ, административный центр Томской области) – элемента речной системы «Кисловка – Томь – Обь».

В пределах водосбора Кисловки расположены населенные поселки и микрорайоны г. Томска и Томского района (д. Борики, с. Петрово, с. Дзержинское, п. Кайдаловка, п. Тимирязево, п. Кисловка) которые осуществляют выпуски очищенных хозяйственно-бытовых стоков в реку. В настоящее время происходит активная застройка левобережья, в том числе многоэтажными. быстро возводимыми жилыми микрорайонами. Антропогенное воздействие оказывает и те территории, которые используются для сельского хозяйства с забором (изъятием) водных ресурсов.

Целью работы является оценка современного водохозяйственного баланса р. Кисловки–(протока Бурундук).

Для достижения цели были рассмотрены задачи:

- 1) Выбор расчетной схемы определения элементов водохозяйственного баланса р. Кисловки–(протока Бурундук);
- 2) Выбор рек-аналогов;

3) Расчет элементов водного и водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки;

4) Анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработка вариантов оптимизации водопользования.

Личный вклад студента в решении исследуемого вопроса заключается в формулировании и обосновании основных выводов.

ГЛАВА 1. ОЦЕНКА ИЗУЧЕННОСТИ Р. КИСЛОВКИ– (ПРОТОКА БУРУНДУК)

1.1 Гидрометеорологическая изученность

Наблюдения на исследуемой территории проводит Томский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Западно- Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» («Томский ЦГМС – филиал ФГБУ Западно-Сибирское УГМС»).

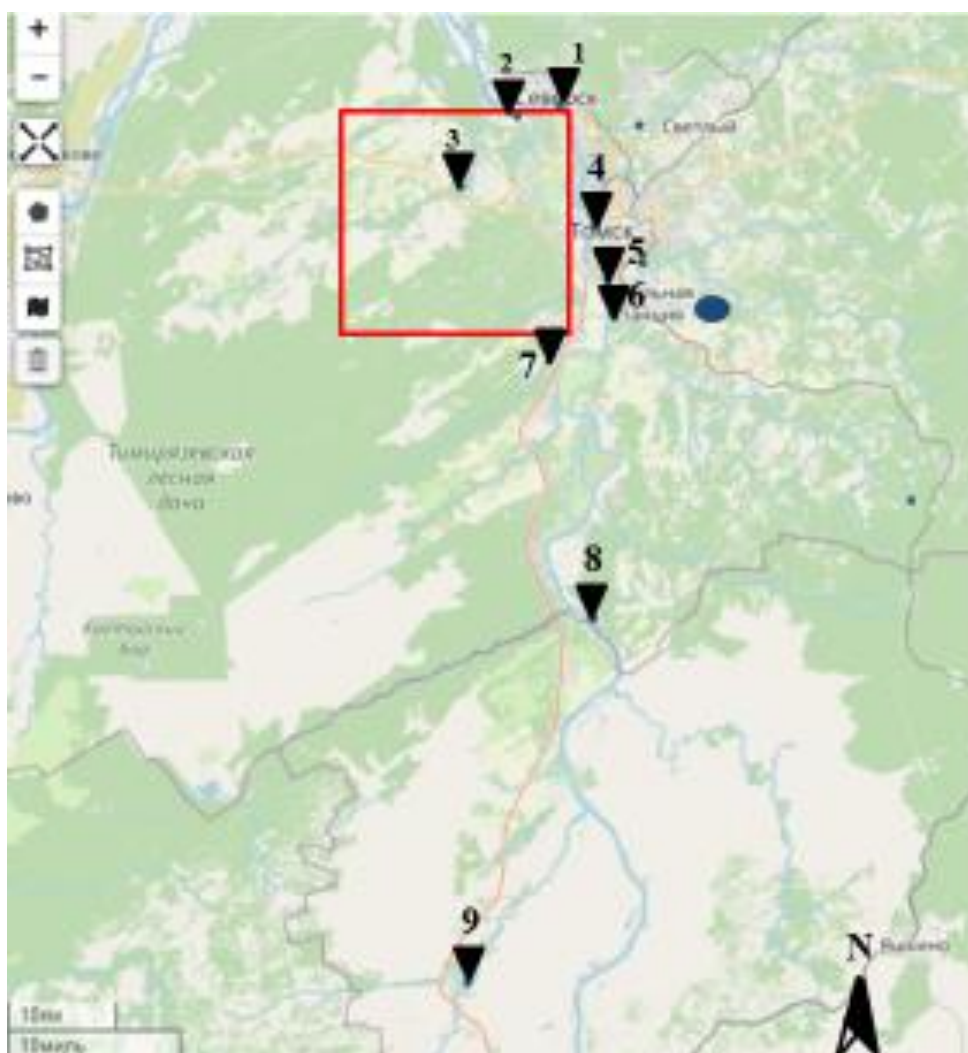


Рисунок 1 – Схема гидрометеорологической изученности [1]

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| - номер гидрологического поста | □ - объект гидрометеорологии |
| ▼ - гидрометеорологический пост | ● - гидрометеорологический объект |

Таблица 1 – Ближайшие пункты наблюдений гидрометсети за гидрологическим режимом водных объектов [1]

№ п/ п	Река - пункт	Площадь водосбора, км ²	Расстояние (км) от		Период наблюдения		Отметка нуля высот	
			истока	устья				
					Открыт	Закрыт	Выс ота, м	сист ема
1	р.Томь - д.Попадейкино	60000	776	51	01.11.1967	11.06.1973		
2	р.Томь - с.Белобородово	58300	770	57	18.10.1893	19.02.1952		
3	р.Порос - с.Зоркальцево	316	41	16	13.07.1973	Действ.	82.37	БС
4	р.Томь - г.Томск (пристань)	57800	759	68	14.01.1918	Действ.	69.29	БС
5	р.Томь - г.Томск	57000	753	75	15.08.1963	Действ.	69.98	БС
6	р.Томь - д.Аникина (Басандайка)	56100	746	81	23.04.1931	13.05.1935		
7	р.Черная - с.Тахтамышево	260	43,5	7,5	01.07.1980	01.01.1988		
8	р.Томь - с.Ярское(Яр)	54900	705	122	24.07.1931	31.03.1962		
9	р. Лебяжья - с.Безменово	1390	71	35	01.10.1941	Действ.	117,86	БС

Исследуемая территория является недостаточно изученной. Имеющиеся посты (станции) не отвечают хотя бы одному из условий, характеризующих территорию как изученную [2]. Водный объект – р. Кисловка– (протока Бурундук)) гидрологически не изучен.

1.2 Физико-географическая характеристика исследуемого района

В административном отношении исследуемый объект входит в состав Томского района Томской области. Река Кисловка– (протока Бурундук) – левобережный приток р. Томи, ее водосборная территория располагается в границах Обь-Томского междуречья. В пределах изучаемого района

расположены г. Томск и несколько населённых пунктов таких как д. Борики, с. Петрово, с. Дзержинское, с. Эушта, п. Кайдаловка, п. Тимирязево, п. Кисловка.

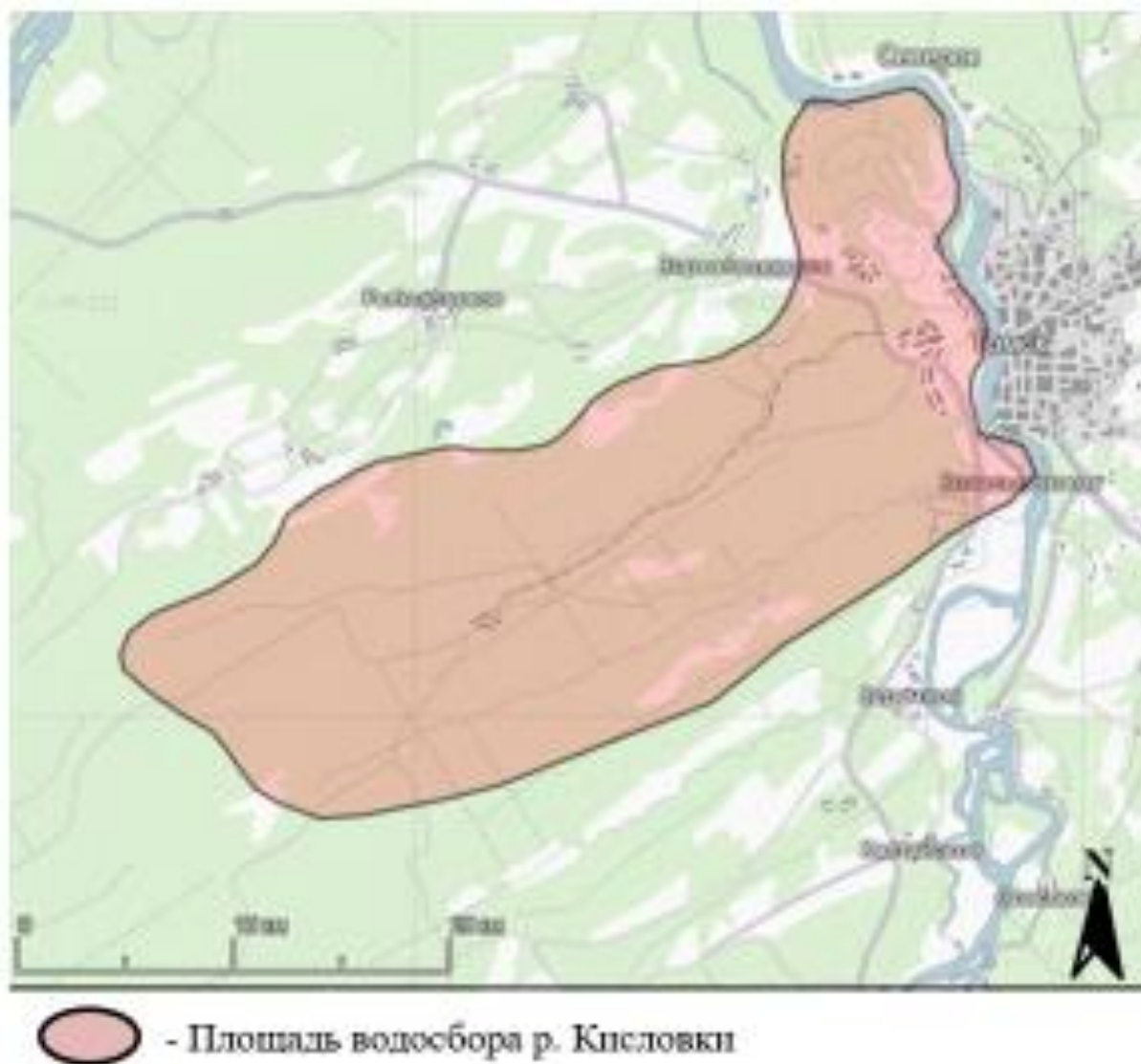


Рисунок 2 – Схема района исследования водосбора (река Кисловка–(протока Бурундук))

Река Кисловка–(протока Бурундук) образуется в результате слияния рек Еловки (слева) и Жуковки (справа) в 1,5 км от деревни Головина, на территории Тимирязевской лесной дачи. От истока 13,7 км река протекает с юга-запада на северо-восток. Затем поворачивает почти на 90 градусов влево и протекает в направлении с юга на север. Возле села Тимирязевское р. Кисловка протекает через Тояново озеро и перед впадением в р. Томь называется протока Бурундук. Технически в долине Томи Кисловка превращается в протоку

(Томи) Бурундук, которая гидравлически связана с Томью. Впадает в Томь напротив города Северска. На своем пути река Кисловка протекает рядом с деревней Кисловка, сёлами Тимирязевское и Дзержинское, деревнями Петрово и Борики, микрорайоном «Северный парк».

1.3 Климатические условия

Радиационный режим

Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности в районе ст. Томск среднем 3884 МДж/м²[3].

Таблица 2 – Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м²[3]

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Суммарная солнечная радиация МДж/м ²	75	155	352	461	557	616	612	469	310	147	80	50

Термический режим и его формирование в районе ст. Томск

Температура воздуха является одним из важнейших элементов климата. Она определяет тепловые различия воздушных масс и связанные с ними воздушные течения, формирование осадков и облачности. От температуры воздуха зависят многие концепции народнохозяйственной деятельности и здоровье человека.

Исходные данные:

Годовой ход температуры почвы

Таблица 3 – Средняя месячная максимальная и минимальная температура поверхности почвы [4]

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя	-4	-1	6	23	41	49	51	45	33	19	3	-1
Абс.макс	1	6	15	32	48	56	58	51	41	27	8	2
Абс.мин	-51	-53	-43	-39	-13	-7	1	0	-10	-37	-50	-52

Таблица 4 – Годовой ход температуры воздуха ст. Томск [5]

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, °C	-18,1	-15,7	-7,3	1,7	9,6	16,2	18,7	15,4	9,1	1,4	-8,5	-15,2

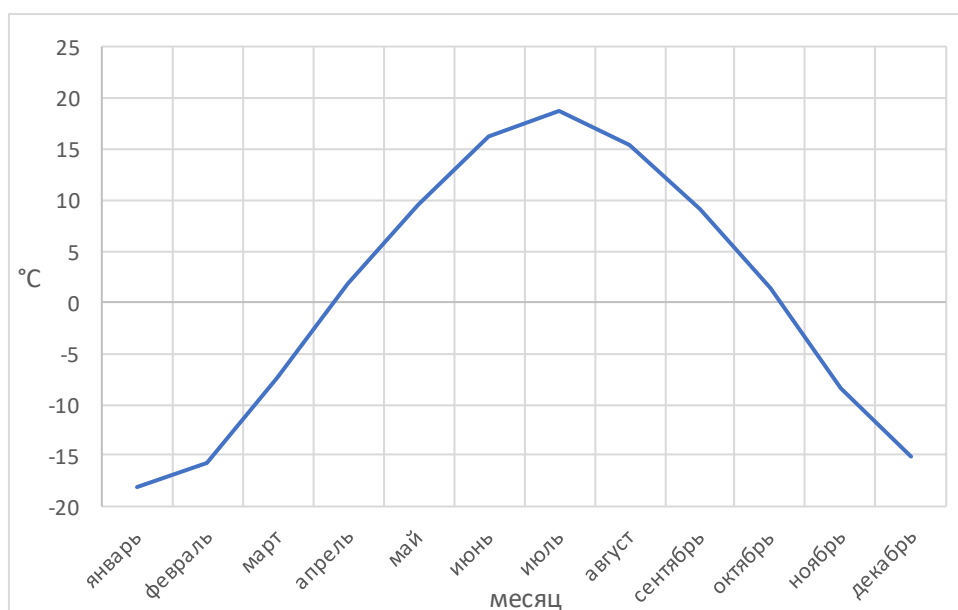


Рисунок 3 – Годовой ход температуры воздуха на ст. Томск.

Кривая годового хода температуры воздуха имеет простой вид. Интенсивные изменения годового хода температуры воздуха наблюдаются в период с февраля по июль и с августа по декабрь. Минимум наблюдается в январе и составляет $-18,1^{\circ}\text{C}$, а максимум в июле $18,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум -55°C , абсолютный максимум составляет 36°C [5]. Таким образом, средняя многолетняя температура воздуха в самый теплый месяц (июль) на $17,3^{\circ}\text{C}$

ниже по сравнению с абсолютным максимумом, а в самый холодный месяц (январь) на 36,9°C выше, по сравнению с абсолютным минимумом.

Влажность воздуха

Большое значение имеет влажность воздуха, как один из элементов режима увлажнения, для многих отраслей народного хозяйства.

По величине парциального давления водяного пара, относительной влажности воздуха, а также и по недостатку насыщения воздуха водяным паром можно судить о влажности воздуха на разных частях территории [6].

Таблица 5 – Среднее месячное парциальное давление водяного пара, гПа [5]

<i>месяц</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
е, гПа	1,5	1,7	2,8	4,6	7,2	12,5	15,8	13,6	9,1	5,5	3,1	2,0

Таблица 6 – Средняя месячная и годовая относительная влажность воздуха [4]

<i>месяц</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
f, %	78	76	72	65	60	67	73	78	77	78	82	80

Таблица 7 – Число дней с относительной влажностью воздуха 30% в любой из сроков наблюдений и 80% в 13 часов [4]

<i>месяц</i>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
f, ≤ 30 %	0,1	0,2	2	4	10	3	0,9	0,3	1	0,5	-	-
f, ≥ 80 %	8	3	4	4	4	3	3	4	4	8	12	14

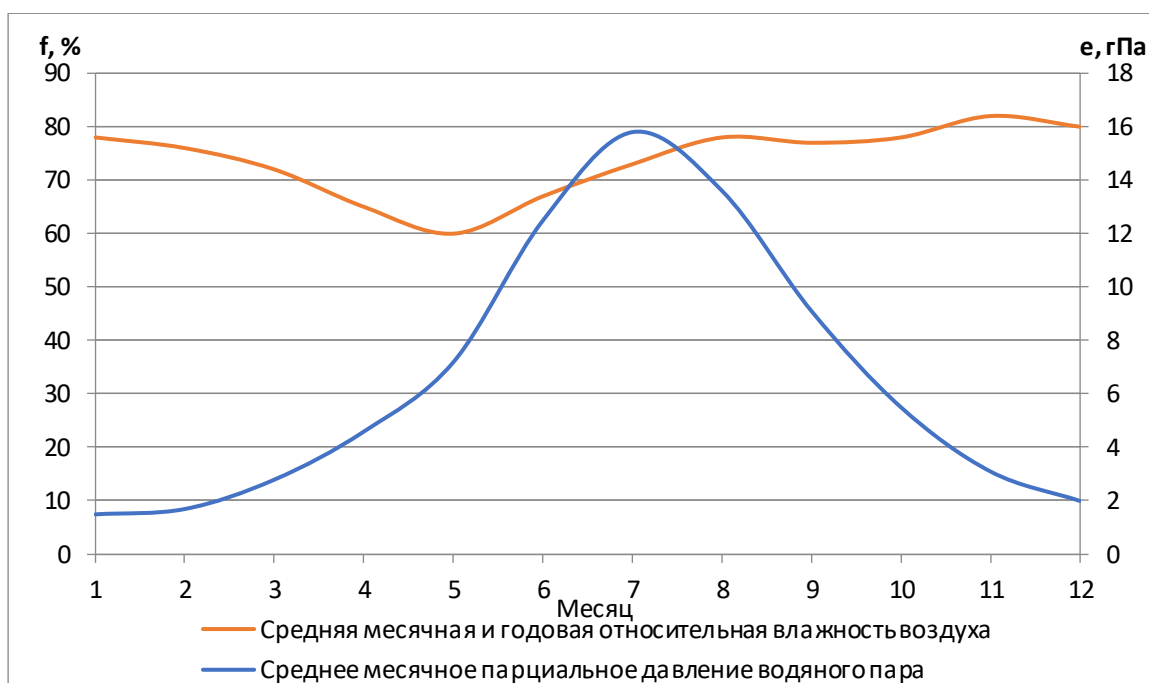


Рисунок 4 – Годовой ход парциального давления и относительной влажности воздуха.

Годовой ход парциального давления имеет простой вид, с одним максимумом в июле (15,8 гПа) и одним минимумом в январе (1,5 гПа). Амплитуда составляет 6,6 гПа.

Кривая годового хода относительной влажности воздуха для ст. Томск имеет простой вид. С максимумом в ноябре (82%) и минимумом в мае (60%). Амплитуда годового хода равна 74%. С января по май относительная влажность идет на уменьшение. Резкое увеличение происходит с мая по август, а с августа по сентябрь – уменьшение, затем с сентября по декабрь на уменьшение. Сопоставляя кривые годового хода температуры и упругости водяного пара, можем сделать вывод о том, что они параллельны, так как количество водяного пара в атмосфере пропорционально температуре воздуха. А кривые относительной влажности воздуха и температуры имеют обратный вид.

Атмосферные осадки

Таблица 8 – Количество осадков [5]

ноябрь-март, мм	июнь-август, мм	сумма за год, мм
180	379	599

Сумма осадков за год на ст. Томск равно 599 мм, это относительно небольшое количество, что характерно для физико-географического положения исследуемой территории. В течении всего годового периода выпадение осадков неравномерное.

Ветровой режим

Таблица 9 – Повторяемость направлений ветра и штилей [4]

месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
I, %	4	8	10	7	48	18	3	2	7
VI, %	12	11	12	15	23	10	9	8	12
год, %	9	10	11	11	33	15	7	4	11

Таблица 10 – Средняя месячная и годовая скорость ветра [4]

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Скорость ветра, м/с	4,2	4,1	4,1	3,6	3,5	2,9	2,5	2,5	3,0	3,9	4,2	4,2

Таблица 11 – Среднее число дней с сильным ветром [4]

месяц	I	VII	ГОД
Число дней	2,4	0,6	23

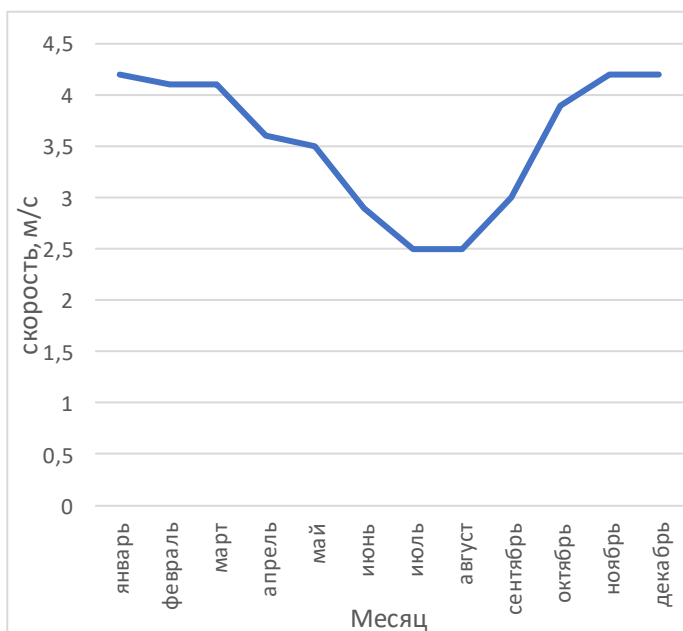


Рисунок 5- Годовой ход скорости ветра

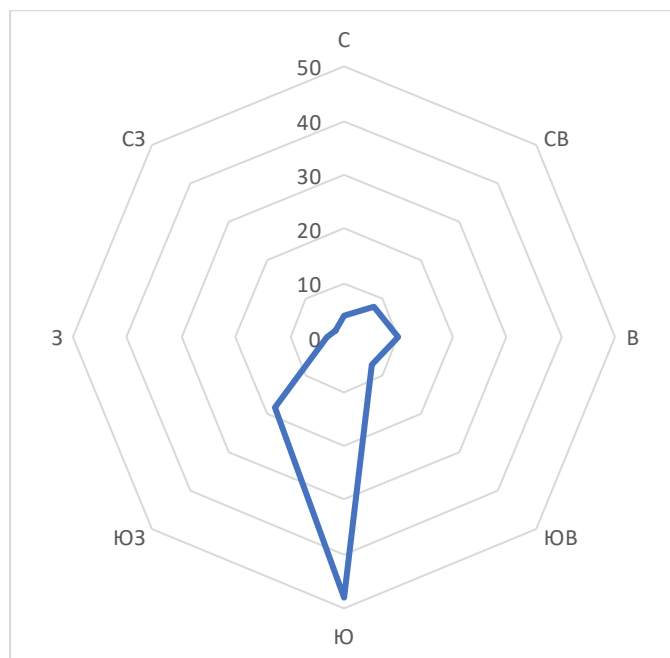


Рисунок 7 - Роза ветров для января

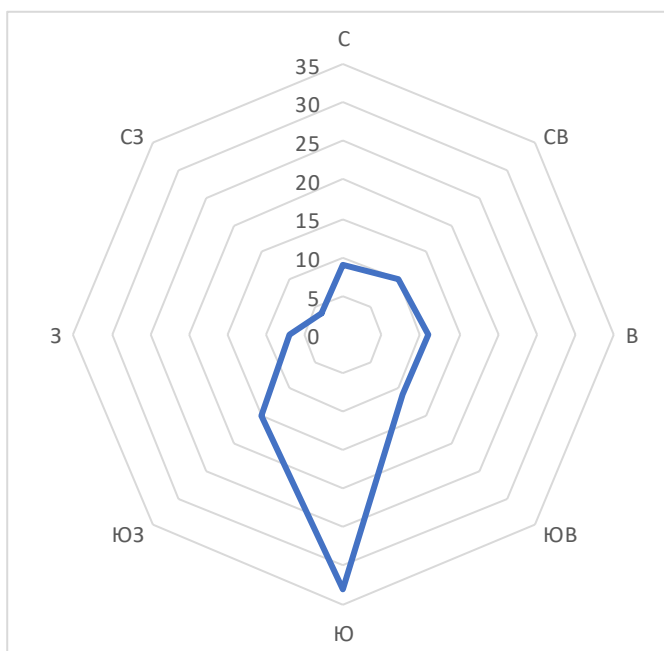


Рисунок 6- Годовая роза ветров

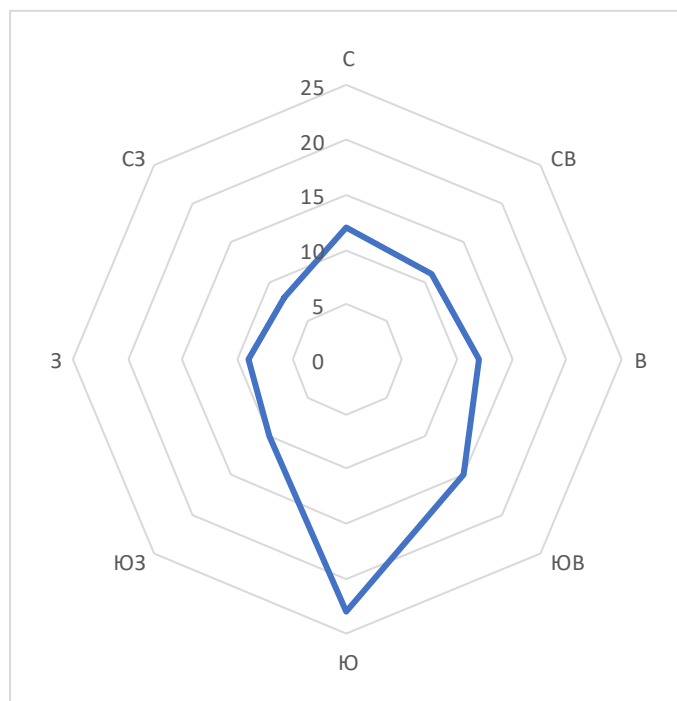


Рисунок 8- Роза ветров для июля

На исследуемой территории в годовом ходе преобладающим направлением ветра в зимний и летний период является южное. В годовом ходе максимальная скорость ветра наблюдается в ноябре, декабре и январе (4,2 м/с), минимальная в июле и августе (2,5 м/с). В течение года скорости ветра меняются незначительно. За год наблюдается 23 дня с сильным ветром, большая часть которых приходится на зимний период.

Вывод:

Климат рассматриваемой территории по классификации Б. П. Алисова: внутриконтинентальный умеренный климат выраженными четырьмя сезонами года: с теплым коротким летом и продолжительной зимой с низкими температурами.

1.4 Почвенный и растительный покров

Ландшафтной зоной исследуемой территории является подтаежная подзона. Она выступает в качестве переходной зоны от тайги и хвойных лесов до лиственных лесов и лугов.

В лесах наблюдается преобладание разнотравных типов насаждения. Среди них хвойные (кедры, сосны) и лиственные (березы, осины) насаждения. В местах, где леса больше нет появились материковые луга, похожие на луга лесостепи. В озеленении города принимают участие около 40 видов насаждений. Самые распространенные из них: береза, тополь, ель, сосна, клен и т. д.

Пойма р. Томи представлена аллювиально-дерновыми почвами. Почвы пойм малых рек – аллювиально-болотные.

Преобладающими почвами на исследуемой территории являются пойменные кислые почвы. А почвообразующие породы характеризуются

частой сменой пород различного механического состава с преобладанием песков и супесей.

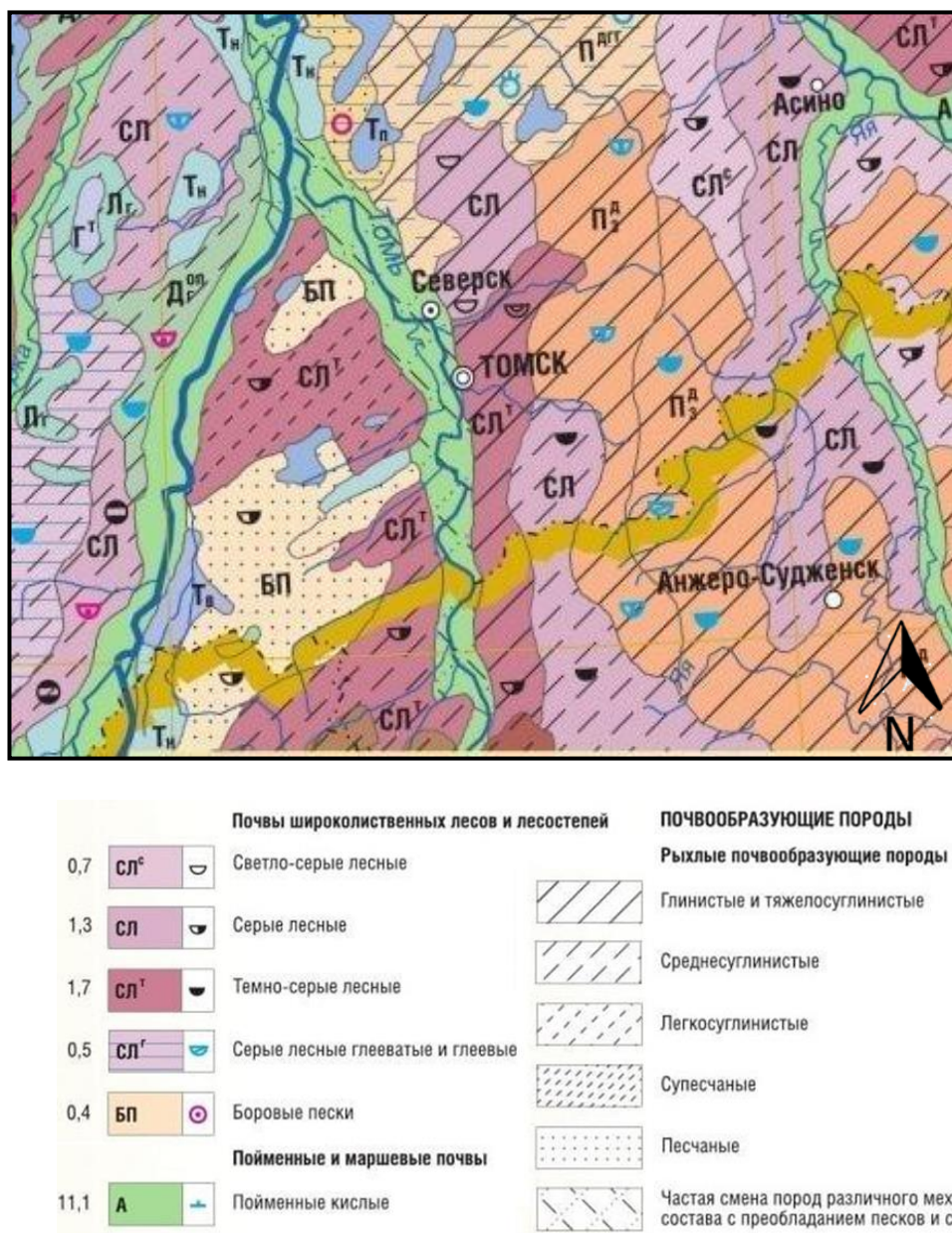


Рисунок 9 – Карта почвы и почвообразующие породы, масштаб
1:2 500 000 [7]

Деятельность человека оказывает большое влияние на формирование почвенно-растительного покрова. В городе уже нет четкой зональности, большую территорию занимают здания и сооружения, а также асфальт или видоизмененные почвы. В пределах жилой зоны создается слой

антропогенных отложений. Его составляющими могут быть: бытовые отходы, перемешанные грунты, органика [8].

1.5 Гидрологические и гидрогеологические условия

Поверхностные водные ресурсы

Территория Томской области расположена в пределах бассейна Карского моря. Водные объекты этой территории в основном относятся к бассейнам Верхней и Средней Оби, также малая часть принадлежит к бассейну Енисея на северо-востоке области.

Речная сеть Томской области представлена около 18,1 тыс. реками. Их общая протяжённость составляет около 95 тыс. км, многие из них относятся к малым рекам и ручьям. Реки области равнинные, как правило, извилисты, с малыми уклонами и медленным течением. Питание рек области преимущественно снеговое (до 80%). Для водного режима большинства рек характерно растянутое сравнительно невысокое весенне-летнее половодье, повышенный сток в весенний период и низкая зимняя межень. Ледостав на реках наблюдается осенью (конец октября – начало ноября), освобождение ото льда весной (конец апреля – май). Главными реками Томской области является Обь с притоками Васюганом, Кетью, Парабелью, Томью, Тымом, Чаей, Четью, Чулымом, Шегаркой и другими. Бассейн Енисея представлен верховьями реки Малый Кас и некоторых его притоков [9].

Одной из рек в Томской области является исследуемая в данной работе река Кисловка – (протока Бурундук).

Гидрографическая сеть Кисловки входит в территорию Томской области. Реки области извилистые, с медленным течением, малым падением, незначительными уклонами.

Река Кисловка–(протока Бурундук) образуется от слияния двух рек Жуковки и Еловки, на 51 км от устья впадает в р. Томь. Длина реки составляет 48,7 км, площадь водосбора 556 км², средний уклон от истока до поворота реки влево 0,0009. Русло р. Кисловки–(протока Бурундук) не перегорожено плотинами различных типов. Русло р. Кисловки–(протока Бурундук) сложено аллювиальными отложениями. Средний коэффициент извилистости реки составляет 1,7. В пределах обследуемого участка р. Кисловка–(протока Бурундук) не судоходна. Лесосплав не производится.

Дно реки, преимущественно, песчаное. У п. Тимирязевский р. Кисловка выходит на пойму р. Томь, протекает здесь по системе пойменных озер и впадает в протоку р. Томь - Бурундук. Из протоки Бурундук сток р. Кисловки поступает в р. Томь у с. Попадейкина. В устье реки в межень наблюдается резкое падение дна в сторону р. Томи с образованием быстротока на участке длиной около 50 м.

Река Жуковка – это правая составляющая р. Кисловки–(протока Бурундук) берет свое начало на залесенной равнине Обь - Томского водораздела. Ширина реки в межень в устьевой части не превышает 3-4 м, а глубина на перекатах 0,3-0,6 м, на плесах до 1-3 м. Дно реки песчаное.

Река Еловка - левый приток р. Кисловки. Ширина реки в устье 0,8-1,5 м. Глубина на перекатах 0,05-0,12 м, на плесах 0,3-0,5 м. Русло реки песчаное.

Гидрогеологические условия. Река Кисловка–(протока Бурундук) и ее водосбор расположены на левобережье р. Томи в пределах Обь-Томского междуречья.

Местоположение водосборного бассейна в зоне притока подземных вод, обеспечивает поселки и микрорайоны г. Томска и Томского района питьевой водой. На изменение естественного питания и разгрузки

подземной воды будут сказываться местные условия и вызывать нарушения режима речного стока.

В сравнении с европейской частью России, Западная Сибирь гидрологически изучена слабо и неравномерно. Это выражено недостаточной изученностью гидрологического режима рек и отсутствием повсеместной сети гидрометрических пунктов.

Река Кисловка—(протока Бурундук) протекает по древней ложбине. Значительную часть снега и дождевой воды со всей площади водосбора, накапливают аллювиальные отложения. Подземные воды этой территории участвуют в формировании расхода, благодаря разгрузке в реку.

Поверхностный водный сток воды является большей частью питания (62%) реки Кисловки—(протока Бурундук), чем подземный сток (38%) [10].

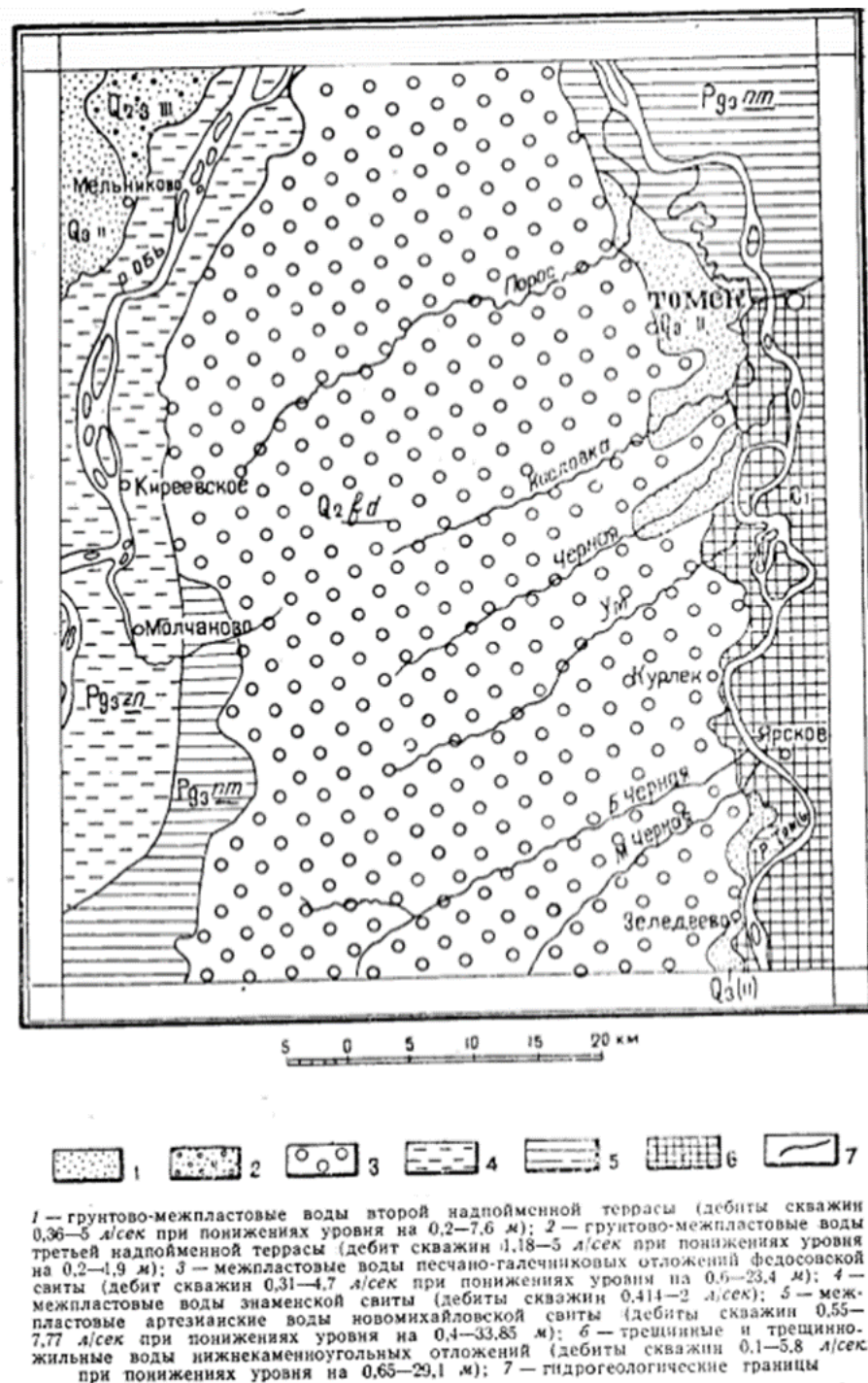


Рисунок 10 – Схематическая карта гидрогеологического районирования по условиям водоснабжения [11]

ГЛАВА 2. ВЫБОР РЕК-АНАЛОГОВ

Находясь в одинаковых климатических и близких физико-географических условиях расположения водосборов, а также на основании анализа формирования геостока рек, были предварительно выбраны реки аналоги р. Лебяжья-п. Безменово и р. Порос-п. Зоркольево, выбор производился с соблюдением требований, указанных в [12]. Реки аналоги р. Лебяжья-п. Безменово и р. Порос-п. Зоркольево обеспечены данными гидрологических наблюдений и находится в схожих условиях формирования стока исследуемой реки (Кисловки–(протока Бурундук)).

2.1 Оценка морфометрических характеристик формирования водосборов р. Порос и р. Лебяжья



Рисунок 11 - Площадь водосбора рек

Таблица 12 – Площадь водосбора рек

№ п/ п	Река - пункт	Площадь водосбора, км ²
1	р. Чичаг	52
2	р. Киреева	63
3	р. Таган	1370
4	р. Порос	544
5	р. Кисловка–(протока Бурундук)	556
6	р. Черная	284
7	р. Ум	305
8	р. Лебяжья	1390

Отличительное свойство левобережных притоков р. Томи является прямолинейная вытянутость их с юга-запада на северо-восток и приуроченность долин (кроме р. Порос) к древним ложбинам стока. Поймы их заболочены и залесены. Поверхность водораздела имеет общий уклон с юга на север. На данном участке формируется сток левобережных малых притоков Томи в её нижнем течении – р. Порос, Кисловка, Еловка, Жуковка, Чёрная, Ум. Линии водораздела рек были проведены по цифровой карте с учётом рельефа местности и расположения сети ручьев, а также с учетом значений среднегодовых уровней подземных вод.

Река Порос берет начало на водоразделе Обь-Томского междуречья у д. Верхнее-Сеченово. Длина реки 45 км, площадь водосбора 544 км². Верхний участок реки до устья р. Упталы является временным водотоком. Ширина реки у с. Рыбалово достигает 2-4 м на перекатах и 6-8 м на плесах. Глубина реки изменяется от 0,10-0,20 м в среднем течении и 0,3-0,7 м в нижнем течении у с. Быково. Русло реки извилистое, дно в верховьях илистое, ниже с. Порозино - песчаное.

Река Лебяжья образуется от слияния девятнадцати рек (Сосновка, Ача, Топкая, Елгин, Большая речка, Малая речка, ручей Могильный, Правый Терь, Верхотуровка, Левый Терь, Моховая, Северная, Истанка, Березовка, Павина, Болотная, Скальная, Черемушки, Ключевская) Длина реки 74 км, площадь водосбора 1390 км². Впадает в р. Томь на 143 км от устья по левому берегу реки [13].

2.2 Классификации водных объектов (р. Порос и р. Лебяжьей) по водному режиму и водному питанию

По классификации Б. Д. Зайкова[14], водный режим р. Лебяжья и р. Порос относится к рекам с весенним половодьем и паводком в теплое время года. Сроки наступления характерных расходов половодья р. Лебяжья и р. Порос наблюдаются в начало апреля, ранний срок подъёма середина марта, а поздний начало мая. Спад весеннего половодья обычно заканчивается в июне.

р. Лебяжья: средняя продолжительность половодья 39 дней. Распределение составляющих годового стока р. Лебяжья- п. Безменово доля стока от годового в процентах, снеговое составляет 58%, дождевое 3%, грунтовое 1,2% [15].

Вывод:

Для обоснования возможности использования выбранных рек аналогов воспользовались критерием однородности условий формирования стока [12]:

$$\frac{L_r}{F_b^{0,56}} = \frac{L_{r,a}}{F_{b,a}^{0,56}} \quad (1)$$

где L_r и L_a — длина исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км;

F_b и F_a —площади водосборов исследуемой реки и реки-аналога соответственно, км².

Аналог р. Порос: $45/(544^{0,56})=1,32$

Исследуемая р. Кисловка—(протока Бурундук): $48,7/(556^{0,56})=1,41$

Проверка: $100*ABS(1,32-1,41)=9,1\%$

Аналог р. Лебяжья: $74/(1390^{0,56})=1,29$

Исследуемая р. Кисловка—(протока Бурундук): $48,7/(556^{0,56})=1,41$

Проверка: $100*ABS(1,29-1,41)=12,8\%$

Критерий однородности условий формирования стока выбранных рек аналогов показал, что наиболее подходящим будет аналог р. Порос-п. Зоркольцево. Значение составило $9,1\% < 20\%$ что удовлетворяет критерий условия. Соответственно условия однородности формирования стока близки [12].

ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ВОДОСБОРА Р. КИСЛОВКИ

3.1 Метод средних распределений стока для р. Порос - п. Зоркольецево

Внутригодовое распределение стока представляет собой количественную оценку распределения стока по сезонам года и месяцам, а также по декадам или пентадам внутри месяца. Выражается в процентах или в долях от годового стока (или от сезона). Это позволяет иметь данные о стоке в конкретные (календарные) отрезки времени. Расчеты проводились согласно требованиям [12].

Исходные данные:

Таблица 13 – Среднемесячные расходы воды р. Порос - п. Зоркольецево за водохозяйственный год [1]

№	год	Среднемесячные расходы воды, м ³ /с											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2008	0,17	0,18	0,24	1,42	1,36	1,08	0,3	0,17	0,18	0,18	0,25	0,16
2	2009	0,16	0,16	0,17	1,65	1,53	0,7	0,32	0,19	0,21	0,31	0,19	0,21
3	2011	0,17	0,18	0,18	1,96	1,12	0,48	0,33	0,23	0,18	0,17	0,18	0,16
4	2012	0,15	0,14	0,14	1,86	1,08	0,39	0,21	0,22	0,37	0,24	0,22	0,14
5	2013	0,13	0,17	0,17	1,89	2,48	1,14	0,4	0,45	0,32	0,34	0,33	0,27
6	2014	0,18	0,12	0,17	3,44	2,26	1,21	0,3	0,27	0,22	0,27	0,29	0,24
7	2015	0,26	0,21	0,2	5,87	2,01	0,6	0,31	0,66	0,5	1,04	0,84	0,45
8	2016	0,4	0,28	0,39	4,37	1,66	0,64	0,48	0,31	0,29	0,34	0,32	0,33
9	2017	0,36	0,34	0,39	2,9	1,74	0,59	0,35	0,34	0,34	0,38	0,48	0,28
10	2018	0,23	0,25	0,28	2,51	2,07	0,97	0,31	0,27	0,34	0,31	0,43	0,3
11	2019	0,22	0,21	0,23	1,84	1,63	0,64	0,37	0,2	0,22	0,29	0,26	0,25

Проранжировали по убыванию ряды значений расходов воды, вычислили эмпирическую вероятность превышения расходов для каждого года.

Таблица 14 – Расчет внутригодового распределения стока по месяцам
р. Порос - п. Зоркольево

№	год	Среднемесячные расходы воды, м³/с														год	Qср	Р, %
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II					
1	2015	0,2	5,87	2,01	0,6	0,31	0,66	0,5	1,04	0,84	0,45	0,26	0,21	12,95	1,08	8,33		
2	2016	0,39	4,37	1,66	0,64	0,48	0,31	0,29	0,34	0,32	0,33	0,4	0,28	9,81	0,82	16,67		
3	2014	0,17	3,44	2,26	1,21	0,3	0,27	0,22	0,27	0,29	0,24	0,18	0,12	8,97	0,75	25,00		
4	2017	0,39	2,9	1,74	0,59	0,35	0,34	0,34	0,38	0,48	0,28	0,36	0,34	8,49	0,71	33,33		
5	2018	0,28	2,51	2,07	0,97	0,31	0,27	0,34	0,31	0,43	0,3	0,23	0,25	8,27	0,69	41,67		
6	2013	0,17	1,89	2,48	1,14	0,4	0,45	0,32	0,34	0,33	0,27	0,13	0,17	8,09	0,67	50,00		
7	2019	0,23	1,84	1,63	0,64	0,37	0,2	0,22	0,29	0,26	0,25	0,22	0,21	6,36	0,53	58,33		
8	2009	0,17	1,65	1,53	0,7	0,32	0,19	0,21	0,31	0,19	0,21	0,16	0,16	5,80	0,48	66,67		
9	2008	0,24	1,42	1,36	1,08	0,3	0,17	0,18	0,18	0,25	0,16	0,17	0,18	5,69	0,47	75,00		
10	2011	0,18	1,96	1,12	0,48	0,33	0,23	0,18	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	5,34	0,45	83,33		
11	2012	0,14	1,86	1,08	0,39	0,21	0,22	0,37	0,24	0,22	0,14	0,15	0,14	5,16	0,43	91,67		
Среднее		0,23	2,70	1,72	0,77	0,33	0,30	0,29	0,35	0,34	0,25	0,22	0,20	7,7	0,64			
В % от годового		3	35	22	10	4	4	4	5	4	3	3	3	100				

Чтобы рассчитать внутригодовое распределение стока, были выделены основные группы по водности: многоводную, среднюю и маловодную.

Таблица 15 – Внутригодового распределения стока для лет малой водности р. Порос - п. Зоркольево

год	Среднемесячные расходы воды, м ³ /с												
2008	0,24	1,42	1,36	1,08	0,3	0,17	0,18	0,18	0,25	0,16	0,17	0,18	
2011	0,18	1,96	1,12	0,48	0,33	0,23	0,18	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	
2012	0,14	1,86	1,08	0,39	0,21	0,22	0,37	0,24	0,22	0,14	0,15	0,14	
Среднее	0,19	1,75	1,19	0,65	0,28	0,21	0,24	0,20	0,22	0,15	0,16	0,17	
Ki	0,03	0,32	0,22	0,12	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	
Q 75%	0,02	0,15	0,10	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	

Таблица 16 – Внутригодового распределения стока для лет средней водности р. Порос - п. Зоркольево

год	Среднемесячные расходы воды, м ³ /с												
2017	0,39	2,9	1,74	0,59	0,35	0,34	0,34	0,38	0,48	0,28	0,36	0,34	
2018	0,28	2,51	2,07	0,97	0,31	0,27	0,34	0,31	0,43	0,3	0,23	0,25	
2013	0,17	1,89	2,48	1,14	0,4	0,45	0,32	0,34	0,33	0,27	0,13	0,17	
2019	0,23	1,84	1,63	0,64	0,37	0,2	0,22	0,29	0,26	0,25	0,22	0,21	
2009	0,17	1,65	1,53	0,7	0,32	0,19	0,21	0,31	0,19	0,21	0,16	0,16	
Среднее	0,25	2,16	1,89	0,81	0,35	0,29	0,29	0,33	0,34	0,26	0,22	0,23	
Ki	0,03	0,29	0,26	0,11	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	
Q 50%	0,02	0,20	0,17	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	

Таблица 17 – Внутригодового распределения стока для лет высокой водности р. Порос - п. Зоркольево

год	Среднемесячные расход воды, м ³ /с											
2015	0,2	5,87	2,01	0,6	0,31	0,66	0,5	1,04	0,84	0,45	0,26	0,21
2016	0,39	4,37	1,66	0,64	0,48	0,31	0,29	0,34	0,32	0,33	0,4	0,28
2014	0,17	3,44	2,26	1,21	0,3	0,27	0,22	0,27	0,29	0,24	0,18	0,12
Среднее	0,28	3,91	1,96	0,93	0,39	0,29	0,26	0,31	0,31	0,29	0,29	0,20
Ki	0,03	0,42	0,21	0,10	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Q 25%	0,02	0,31	0,16	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Построение графиков внутригодового распределения стока для многоводного периода при 25%, для средней водности при 50% и маловодного периода при 75% по месяцам

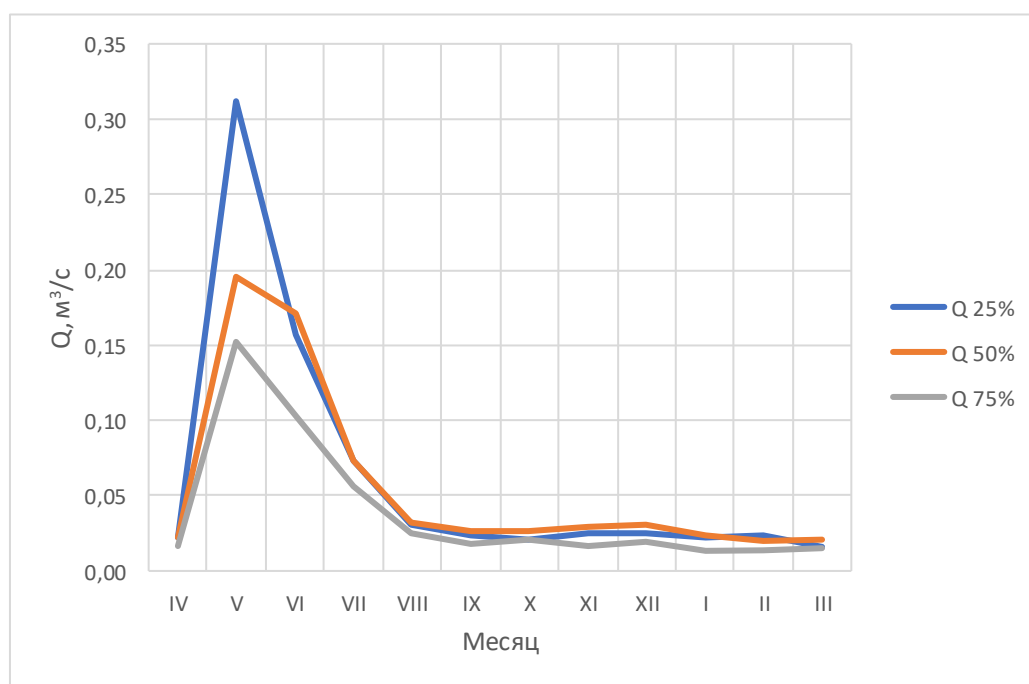


Рисунок 12 – Внутригодовое распределение стока для лет малой средней и высокой водности по месяцам р. Порос - п. Зоркольево

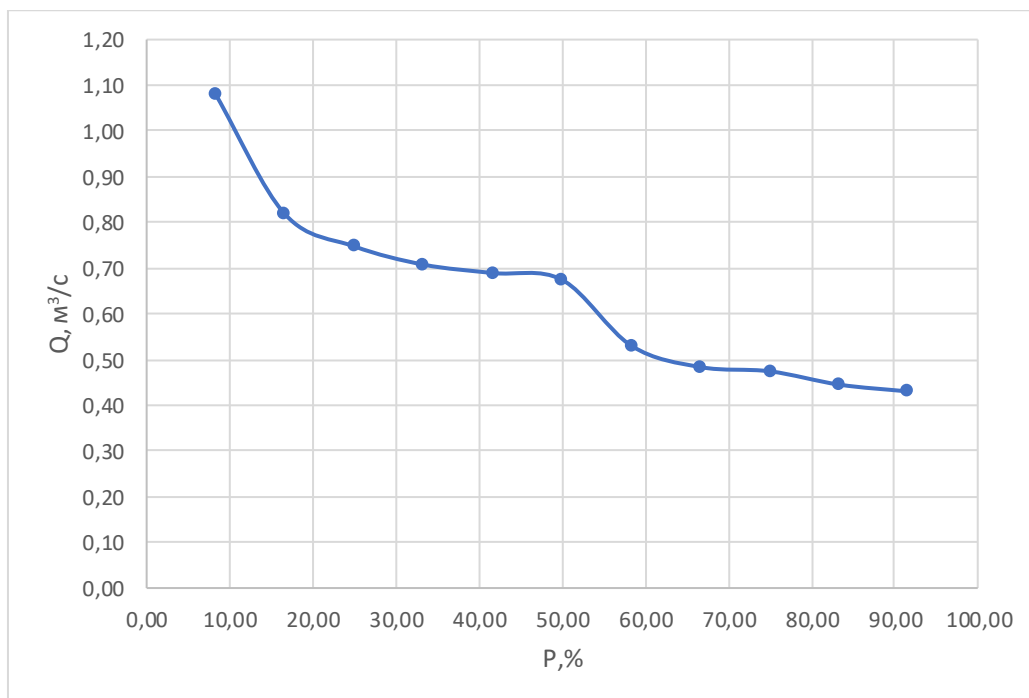


Рисунок 13 – Эмпирическое распределение среднегодовых расходов р. Порос - п. Зоркольецево и его графическая аппроксимация

Расчет внутригодового распределения стока показал, что основная доля питания реки приходится на весну, независимо для лет малой, средней или высокой водности.

3.2 Расчет внутригодового стока методом компоновки р. Порос - п. Зоркольецево

Согласно [15] для р. Порос - п. Зоркольецево выделены следующие сезоны: весна, лето-осень и зима. К весеннему периоду отнесены: апрель, май, июнь; к лето-осени: июль, август, сентябрь, октябрь, ноябрь; к зимнему: декабрь, январь, февраль, март.

После выделения границ подсчитывается сумма месячных расходов воды, для них рассчитывается обеспеченность и модульные коэффициенты (табл. 18, 19, 20). Расчеты проводились согласно требованиям [12].

Таблица 18 – Расчет ординат эмпирической кривой расходов воды р.

Порос - п. Зоркольево (для годовых расходов)

N	Год	$Q_{\text{год}}, \text{м}^3/\text{с}$	K_i	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^3$	$\Sigma(K_i - 1)$	$\Sigma(K_i - 1)/C_v$	P, %
0									
1	2015	12,95	1,68	0,68	0,459	0,311	0,68	2,26	8,33
2	2016	9,81	1,27	0,27	0,073	0,020	0,95	0,90	16,7
3	2014	8,97	1,16	0,16	0,026	0,004	1,11	0,54	25,0
4	2017	8,49	1,10	0,10	0,010	0,001	1,21	0,33	33,3
5	2018	8,27	1,07	0,07	0,005	0,000	1,28	0,24	41,7
6	2013	8,09	1,05	0,05	0,002	0,000	1,33	0,16	50,0
7	2019	6,36	0,82	-0,18	0,031	-0,005	1,15	-0,59	58,3
8	2009	5,80	0,75	-0,25	0,062	-0,015	0,90	-0,83	66,7
9	2008	5,69	0,74	-0,26	0,069	-0,018	0,64	-0,88	75,0
10	2011	5,34	0,69	-0,31	0,095	-0,029	0,33	-1,03	83,3
11	2012	5,16	0,67	-0,33	0,110	-0,036	0,00	-1,11	91,7
$\Sigma=$		84,93			0,943	0,231			
$Q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$		7,72							
n		11							
C_v		0,29							
C_s		1,13							
C_s/C_v		3,85							

Таблица 19 – Расчет ординат эмпирической кривой расходов воды р.

Порос - п. Зоркольево (для межени)

N	Год	$Q_{\text{межень}}, \text{м}^3/\text{с}$	K_i	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^3$	$\Sigma(K_i - 1)$	$\Sigma(K_i - 1)/C_v$	P, %
0									
1	2015	4,16	1,89	0,89	0,799	0,715	0,89	2,98	8,33
2	2017	2,91	1,32	0,32	0,106	0,034	1,22	1,08	16,7
3	2016	2,66	1,21	0,21	0,045	0,009	1,43	0,70	25,0
4	2018	2,41	1,10	0,10	0,009	0,001	1,53	0,32	33,3
5	2013	2,18	0,99	-0,01	0,000	0,000	1,52	-0,02	41,7
6	2019	1,88	0,86	-0,14	0,021	-0,003	1,38	-0,48	50,0
7	2014	1,76	0,80	-0,20	0,039	-0,008	1,18	-0,66	58,3
8	2012	1,62	0,74	-0,26	0,069	-0,018	0,91	-0,88	66,7
9	2009	1,60	0,73	-0,27	0,074	-0,020	0,64	-0,91	75,0
10	2008	1,53	0,70	-0,30	0,092	-0,028	0,34	-1,01	83,3
11	2011	1,45	0,66	-0,34	0,115	-0,039	0,00	-1,13	91,7
$\Sigma=$		24,16			1,369	0,643			
$Q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$		2,20							
n		11							
C_v		0,35							
C_s		1,79							
C_s/C_v		5,07							

Таблица 20 – Расчет ординат эмпирической кривой расходов воды р. Порос - п. Зоркольецево (для зимы)

N	Год	$Q_{\text{зима}}, \text{ м}^3/\text{с}$	K_i	$K_i - 1$	$(K_i - 1)^2$	$(K_i - 1)^3$	$\Sigma(K_i - 1)$	$\Sigma(K_i - 1)/C_v$	P, %
0									
1	2016	1,40	1,54	0,54	0,288	0,155	0,54	1,79	8,33
2	2017	1,37	1,50	0,50	0,254	0,128	1,04	1,68	16,7
3	2015	1,12	1,23	0,23	0,053	0,012	1,27	0,77	25,0
4	2018	1,06	1,16	0,16	0,027	0,004	1,43	0,55	33,3
5	2019	0,91	1,00	0,00	0,000	0,000	1,43	0,00	41,7
6	2008	0,75	0,82	-0,18	0,031	-0,006	1,26	-0,59	50,0
7	2013	0,74	0,81	-0,19	0,035	-0,007	1,07	-0,63	58,3
8	2014	0,71	0,78	-0,22	0,049	-0,011	0,85	-0,74	66,7
9	2009	0,70	0,77	-0,23	0,054	-0,012	0,62	-0,77	75,0
10	2011	0,69	0,76	-0,24	0,059	-0,014	0,37	-0,81	83,3
11	2012	0,57	0,63	-0,37	0,140	-0,052	0,00	-1,25	91,7
$\Sigma =$		10,02			0,989	0,197			
$Q_{\text{ср}}, \text{ м}^3/\text{с}$		0,91							
n		11							
C_v		0,30							
C_s		0,89							
C_s/C_v		2,98							

По данным таблиц 18,19,20 сняты значения обеспеченности ($P=25\%$), для расчета суммы расходов при 25% обеспеченности ($\Sigma Q_{P25\%}$).

Таблица 21 – Расчет внутригодового распределение стока по р. Порос - п. Зоркольецево ($P=25\%$)

Период	$\Sigma Q_{\text{ср}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$\Sigma Q_{P25\%}$	P %
Год	7,29	8,45	100
Межень	2,20	2,66	31
Весна		5,79	69
Лето-осень		1,54	18
Зима	0,91	1,12	13

По полученным данным построена гистограмма распределения стока по сезонам в процентах от годового стока (рисунок–14).

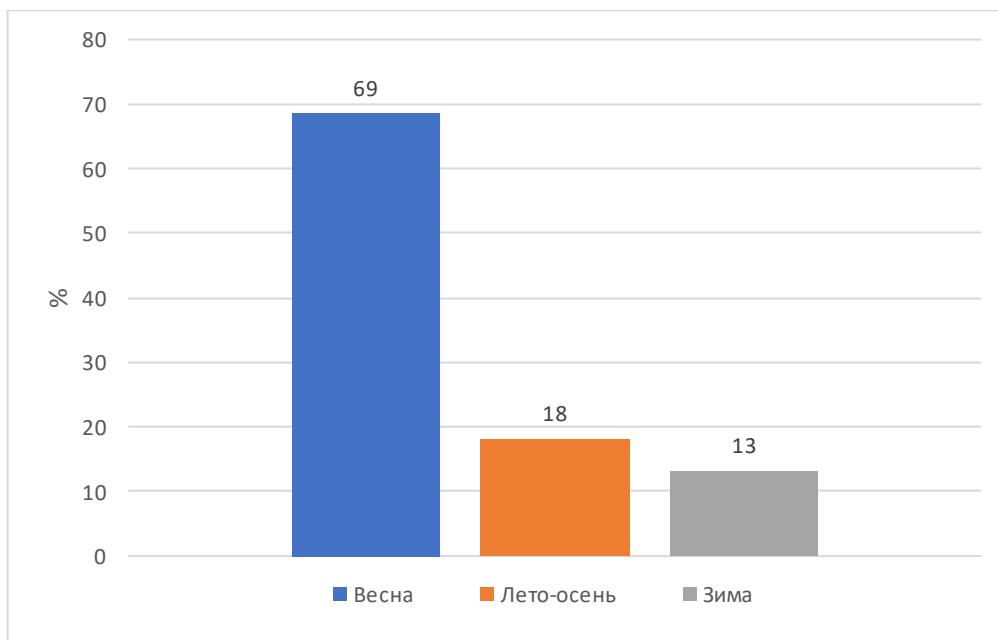


Рисунок 14 – Внутригодовое распределение стока по сезонам в процентах от годового р. Порос - п. Зоркольецево за период наблюдений 2008-2019 год.

Анализируя гистограмму распределения стока по сезонам в процентах от годового стока (рисунок–14) значительная часть приходится на весну и составляет 69% от общей суммы, соответственно основной фазой реки является половодье, на летне-осеннюю межень приходится всего 18%, а на зиму 13% от годового стока реки.

3.3 Определение среднемноголетних значений элементов водного баланса для р. Кисловки–(протока Бурундук)

Уравнения водного баланса составлялось с количественной оценкой источников водного питания реки Кисловки–(протока Бурундук), которое для многолетнего периода имеет следующий вид [15]:

$$X=Y+E_{\text{хп}}+E_{\text{тп}}\pm W, \quad (1)$$

где X - атмосферные осадки, $У$ - слой стока, $E_{хп}$ и $E_{тп}$ – испарение с поверхности водосбора за холодный и теплый периоды, W – подземный водообмен с соседними бассейнами и глубокими водоносными горизонтами.

Атмосферные осадки. Сведения об количестве осадков за холодный период (ноябрь – март) и за теплый период (июнь - август) заимствованы из СП «Строительная климатология» [5], использовался ближайший к объекту исследования метеорологический пост находящейся в городе Томске. Среднемноголетнее значение годовой суммы атмосферных осадков согласно таблице 8[5], составляет: $X = 559$ мм

Суммарное испарение. Расчет среднемноголетнего значения годового суммарного испарения ($E_{год}$) выполнен по формуле П. П. Кузмина 1969 г. [15]:

$$E_c = 0,34 * n * d, \quad (2)$$

где E_c – среднее многолетнее месячное испарение, мм, d – средний многолетний месячный дефицит насыщения (гПа), n – число дней в месяце, 0,34 – числовой коэффициент.

Таблица 22 - Средний многолетний месячный дефицит насыщения пост г. Томск, (гПа) [4]

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
0,3	0,5	1	2,7	5,7	7,1	6,9	4,5	3,4	1,8	0,6	0,4	2,9

Таблица 23 – Суммарное испарение, мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
3,2	4,8	10,5	27,5	60,1	72,4	72,7	47,4	34,7	19,0	6,1	4,2	363

Величина испарения за весь холодный период составляет $E_{хп} = 29$ мм, получена суммированием величин испарения за отдельные месяцы этого периода.

Испарение за теплый период года составляет $E_{тп} = 344$ мм, определено по разности величин испарения за год ($E_{год}$) и холодный период ($E_{хп}$).

Подземная составляющая. Допускаем, что в зимнюю межень речной сток тождественен подземному. Следовательно, по рекомендациям [15] выбираем месяца зимней межени для нашей местности: зима — с декабря (12) по март (3). В остальные месяцы допускаем, что с одного берега — нисходящий режим, с другого — подпорный, в целом — по середине, что позволяет сделать линейную интерполяцию между мартом и декабрем по формуле Куделина Б. И.:

$$W=Q[i]=Q[3]+(Q[12]-Q[3])*(i-3)/(12-3) \quad (3)$$

где, Q - расход воды зимней межени, $i, 3, 12$ — индекс месяца

Таблица 24 – Подземная составляющая среднегогодового расхода воды

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднее, м ³ /с
$Q[i], \text{ м}^3/\text{с}$	0,22	0,20	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24

Таблица 25 – Среднегогодовые значения (для периодов) элементов водного баланса водосбора реки аналога Порос

X, мм		E, гПа		W, м ³ /с	Y, мм	
X _{хп}	X _{тп}	E _{хп}	E _{тп}		Y _{хп}	Y _{тп}
180	379	29	334	0,24	151	45

Примечания: X_{хп} и X_{тп} - атмосферные осадки за холодный и теплый период, Y_{хп} и Y_{тп} - слой стока за холодный и теплый период, E_{хп} и E_{тп} – испарение с поверхности водосбора за холодный и теплый периоды, W – подземная составляющая среднегогодового расхода воды.

Таблица 26 – Среднемноголетние значения (годовые) элементов водного баланса водосбора реки аналога Порос

X, мм	E, гПа	W м ³ /с	У, мм
599	363	0,24	236

По результатам расчетов слой стока за теплый период $У_{тп}=45$ мм, за холодный период $У_{хп}=151$ мм. Различие между слоем стока за холодный и теплый период, можно обосновать тем, что испарение за теплый период значительно больше, чем за холодный, соответственно при расчете баланса слой стока теплого периода будет меньше холодного. Наглядно прослеживается, что основную долю питания реки составляют осадки за холодный период, которые в весенний период составляет речной сток, путем таяния твердых осадков.

3.4 Водохозяйственный баланс водосбора р. Кисловки

Оценка современного водохозяйственного баланса позволяет научно обосновать план распределения водных ресурсов, а также всесторонне анализировать сложившиеся и ожидаемые режимы расходования водных ресурсов. Для выполнения расчетов использовались данные о количестве населения [16] и степени благоустройства районов жилой застройки для нахождения расчетного среднесуточного (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения в водосборе р. Кисловки воспользовались формулой [17]:

$$Q_{ж} = \sum q_{ж} N_{ж} / 1000 \quad (3)$$

где $q_{ж}$ - расчетное водопотребление, принимаемое по таблице 1 из СП 31.13330.2021[17];

$N_{\text{ж}}$ - расчетное число жителей в районах жилой застройки с различной степенью благоустройства.

Так как данные о площадях по видам благоустройства отсутствуют, по СП 31.13330.2021[17] удельное среднесуточное за поливочный сезон потребление воды на поливку в расчете на одного жителя принято равным 55 л/сут. Количество поливок принято равным 2 в сутки.

Таблица 27 – Показателей водопотребления водосбора р. Кисловки

Населённый пункт	Степень благоустройства районов жилой застройки (Вид водоснабжения)	Население, чел	Расчетный (средний за год) суточный расход воды, м ³ /сут	Среднесуточный расход воды за поливочный сезон потребление воды на поливку, м ³ /сут
д. Борики	с централизованным горячим водоснабжением	421	72,41	11,58
д. Петрово		553	95,12	15,21
с. Дзержинское		2861	492,09	78,68
с. Тимирязево		6406	1101,83	176,17
п. Кисловка.		5628	968,02	154,77
п. Кайдаловка		192	29,76	5,28
	Итого:	16061	2759,23	441,68

По норме водоотведения процент безвозвратного потребления воды для Томской области принят равным 70% [18].

Таблица 28 – Показателей водопотребления и водоотведения водосбора р. Кисловки

Населённый пункт	Степень благоустройства районов жилой застройки (Вид водоснабжения)	Население , чел	Расчетны й годовой расход воды, тыс. м³/год	Среднегодово й расход воды за поливочный сезон потребление воды на поливку, тыс. м³/год	Сброс воды в природный поверхностны й водный объект, тыс. м³/год
д. Борики	с централизованн ым горячим водоснабжением	421	26,43	4,23	18,50
д. Петрово		553	34,72	5,55	24,30
с. Дзержинско е		2861	179,61	28,72	125,73
с. Тимирязево		6406	402,17	64,30	281,52
п. Кисловка.		5628	353,33	56,49	247,33
п. Кайдаловка		192	10,86	1,93	7,60
		Итого:	16061	1007,12	159,29

Согласно [16] количество населения на 2022 год в водосборе р. Кисловки составляет 16061 человек, все населенные пункты оснащены очистными сооружениями. За год водопользователями в поверхностные водные объекты всего было сброшено 704,98 тыс. м³/год сточных вод, при расчетном годовом расходе населения 1007,12 тыс. м³/год.

При демографическом росте населения к 2030 году на исследуемой территории процент прироста населения составит около 60% к фактической численности населения, данные роста населения взяты с учетом проектных документации микрорайонов «Северный», «Левобережный» [19]. Проектная численность населения в 25,7 тыс. человек, при расчетном годовом расходе воды будет потреблять около 1613 тыс. м³/год, соответственно сброс воды в природный поверхностный водный объект будет составлять 1129 тыс. м³/год. В водоотведении сточных вод учитывались только хозяйственно

бытовые отработанные (использованные) подземные воды населенных пунктов без учета поверхностных сточных вод. Следовательно, при увеличении площади жилой застройки необходимо будет учесть водоотведение поверхностных сточных вод.

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ВОДОСБОРА Р. КИСЛОВКИ И РАЗРАБОТКА ВАРИАНТА ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

На исследуемой территории ведется различная хозяйственная деятельность. Прежде всего свою деятельность осуществляет Томский водозабор. На настоящий момент в работе подземного водозабора задействовано 198 скважин на исследуемой территории находятся около 25 скважин. Ежедневно в город подается 130 тысяч кубометров артезианской воды. Очистку и обеззараживание производят, используя горелую горную породу и хлорид натрия. Экономия ресурсов достигается повторным использованием промывной воды, которая направляется на технологические нужды [20].

Также ведется сельскохозяйственная деятельность. Сельскохозяйственные угодья выделяются в виде нескольких массивов и приурочены к наиболее плодородным серым лесным почвам и пойменным ландшафтам. Площадь мелиорируемых сельскохозяйственных угодий на исследуемой территории водосбора составляет 2 тыс. га, из них используются в сельхоз производстве 1,6 тыс. га [21].

ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз» осуществляет забор (изъятие) водных ресурсов из водного объекта – участка протоки Бурундук (р. Кисловка) для передачи в оросительную сеть. Водный объект предан в пользование от 25.06.2010 г. со сроком действия до 31.12.2029 г. Цель использования водного объекта: орошение земель сельскохозяйственного назначения. Максимальный объем забора для орошения земель сельскохозяйственного назначения за год равен 300 тыс. м³[22].

Администрация Заречного сельского поселения осуществляет сброс сточных вод на участке протоки Бурундук (р. Кисловка) в 35 км от устья.

Сточные воды проходят очистку на канализационных очистных сооружениях. Сточные воды проходят механическую, биологическую стадию очистки, а также подвергаются обезвреживанию. Максимальный объем сбрасываемых стоков за год равен 220 тыс. м³[22].

ООО «СЗ«Карьероуправление» осуществляет сброс сточных вод на участке протоки Бурундук (р. Кисловка). В очистных сооружениях сочетаются методы механической и биологической очистки и физико-химической доочистки. Организация осуществляет водоотведение дождевых и талых вод с территории мкр. «Левобережный» расположенного в д. Кисловки. Водный объект предан в пользование от 24.03.2021 г. со сроком действия до 31.12.2031 г. Максимальный объем сбрасываемых стоков за год равен 821,25 тыс. м³[22].

ООО «СетьСервис» осуществляет сброс сточных вод на участке протоки Бурундук (р. Кисловка) в оз. Таяново. Организация осуществляет водоотведение дождевых и талых вод с территории мкр. «Северный» расположенного в д. Кисловки. Водный объект предан в пользование от 17.09.2020 г. со сроком действия до 30.08.2030 г. Максимальный объем сбрасываемых стоков за год равен 821,25 тыс. м³[22].

МУП «Заречное» осуществляет сброс сточных вод на участке протоки Бурундук (р. Кисловка) в оз. Таяново. Организация осуществляет водоотведение дождевых и талых вод с территории мкр. «Северный» расположенного в д. Кисловки. Водный объект предан в пользование от 04.02.2021 г. со сроком действия до 24.12.2030 г. Максимальный объем сбрасываемых стоков за год равен 51,048 тыс. м³[22].

В пределах водосбора Кисловки расположены населенные поселки и микрорайоны г. Томска и Томского района (д. Борики, с. Петрово, с. Дзержинское, п. Кайдаловка, п. Тимирязево, п. Кисловка) которые осуществляют выпуски очищенных хозяйственно-бытовых стоков в реку.

В настоящее время происходит активная застройка левобережья, в том числе многоэтажная. Активно развивается микрорайон «Северный», расположенный в 15 км от города Томска. Планируемая площадь жилого фонда на 2019-2023 годы составляет 146 тыс. м², на начало 2020 года микрорайон занимает территорию площадью 0,35 км², а начало 2022 год 0,8 км² [23].

4.1 План оптимизации водопользования

Учитывая то, что ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз» осуществляет забор (изъятие) водных ресурсов из водного объекта – участка протоки Бурундук (р. Кисловка), для передачи в оросительную сеть сельхозпроизводителю, в плане оптимизации водопользования можно рассмотреть возможность использования прудов накопителей очищенных сточных вод, находящихся в собственности Администрации Заречного сельского поселения, для орошения земель сельскохозяйственного назначения (рисунок 16).

Технический проект биохимической очистки сточных вод был разработан институтом «Гипроводхоз», канализационно-очистная станция запущена в эксплуатацию в октябре 1982 г. и обслуживает жилую и производственную зону д. Кисловка. Сточные воды на очистные сооружения поступают двумя путями: самотеком и через канализационную насосную станцию бытовых стоков из жилой зоны, находящейся в противоуклоне от основного коллектора. Сточные воды проходят механическую, биологическую стадию очистки, а также подвергаются обезвреживанию. Выпуск сточных вод береговой сосредоточенный, представляющий собой трубу диаметром 400 мм.

Так как на площади земельного участка в 909 га в сельхоз производстве используется всего около 100 га, а подача воды производится

во II и III квартале, то было бы рационально использовать очищенные сточные воды, которые составляли бы за два квартала около 110 тыс. м³.

Иск. № 8-28-Г/2020 г. 04.08.2020 г.

ООО «Томскгеомониторинг»
Гидрохимическая лаборатория
Россия, Томская область, г. Томск, пр-кт Фрунзе, 109а, тел/факс: (3822) 44-26-16
(Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511266)

Протокол испытаний поверхностной воды № 702
от 30 июля 2020 г.

Акт приема-сдачи пробы № 296

Наименование предприятия (организации) ФГБУ «Управление Томскмелиоводхоз»

Место отбора пробы: Наливное водохранилище № 63 (оз. Колмацкое).

Вид отобранной пробы: Равовая

Объем пробы: 3,0 дм³

Сведения о консервации: Не консервирована

Пробу отобрал (Ф.И.О.): Черникова А. В.

Дата и время отбора пробы: 27. 07. 2020 г., 12⁰⁰

Дата и время поступления пробы в лабораторию: 27. 07. 2020 г., 12⁰⁰

Дата проведения анализа: Начало: 27. 07. 2020 г. Окончание: 30. 07. 2020 г.

Результаты испытаний:

№	Определяемый показатель	Единица измерения	Нормативное значение, ПДК (по СанПиН 2.1.5.689-00)	Результат испытаний	Погрешность, А	Наименование НД на МВИ
1.	Сухой остаток	мг/дм ³	≤ 1000	229	2,1	ПНД Ф 14.1.24.114-97
2.	Водородный показатель, pH	ед. pH	≤ 10,5-8,5	8,09	0,10	РД 52.24.495-2017
3.	Жесткость (общая)	д.ж	-	2,6	0,2	ПНД Ф 14.1.23.98-97
4.	Азот аммонийный	мг/дм ³	0,08/3,3	<0,01		РД 52.24.381-2017
5.	Нитрат-ион	мг/дм ³	40/145	0,21	0,04	ПНД Ф 14.1.24.4-95
6.	Сульфат-ион	мг/дм ³	100/500	8,8	1,2	РД 52.24.405-2005 ПНД Ф 14.1.2.159-2000
7.	Хлорид-ион	мг/дм ³	300/350	12,1	1,9	ПНД Ф 14.1.23.99-97 РД 52.24.402-2001
8.	Фосфат-ион	мг/дм ³	≤ 3,5	<0,05		ПНД Ф 14.1.24.112-97
9.	АПВ	мг/дм ³	0,1/0,3	<0,010		РД 52.24.368-2006 ПНД Ф 14.1.24.118-95
10.	Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	0,05/0,3	0,026	0,010	ПНД Ф 14.1.24.168-2000
11.	Фенолы (активные)	мг/дм ³	0,001/0,001	<0,002		ПНД Ф 14.1.2.105-97
12.	Железо	мг/дм ³	0,1/0,3	0,23	0,03	ПНД Ф 14.1.2.4.139-98
13.	Марганец	мг/дм ³	0,01/0,1	0,073	0,022	ПНД Ф 14.1.2.4.139-98

Начальник ГХЛ ООО «Томскгеомониторинг» *А. Д. Кириленко*

Гидрохимическая лаборатория

Ответственный исполнитель: *И. В. Конев*

Результаты отсылаются только в полном, прошедшем испытание
Содержание аттестата не может быть использовано полностью или частично без письменного разрешения ГХЛ

Рисунок 15 – протокол испытания качества поверхностной воды
Наливного водохранилища №63 (оз. Колмацкое)

Ежегодно ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз» ведет контроль качества поверхностных вод на соответствие санитарным нормам, закачиваемых в Наливное водохранилище №63 (оз. Колмацкое) (рисунок 15). Установленные департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области показатели находятся в допустимых пределах ПДК. Следовательно, показатели сбрасываемых сточных вод отвечают необходимым требованиям о предельно допустимых концентрациях загрязняющих веществ, что дает возможность говорить о их

повторном использовании в сельскохозяйственных нуждах. Разработанный план оптимизации поможет снизить влияние и изменения речной экосистемы реки.

Для осуществления плана оптимизации необходимо будет проложить трубопровод около 1200 м, а также установить насосную станцию для подачи воды с прудов накопителей сточных вод на поля орошения, правила выбора приоритетных показателей воды водных объектов при проведении лабораторных исследований в рамках производственного контроля следует проводить по СП 2.1.3684-21[24], схема оптимизации водопользования изображена на рисунке 16.

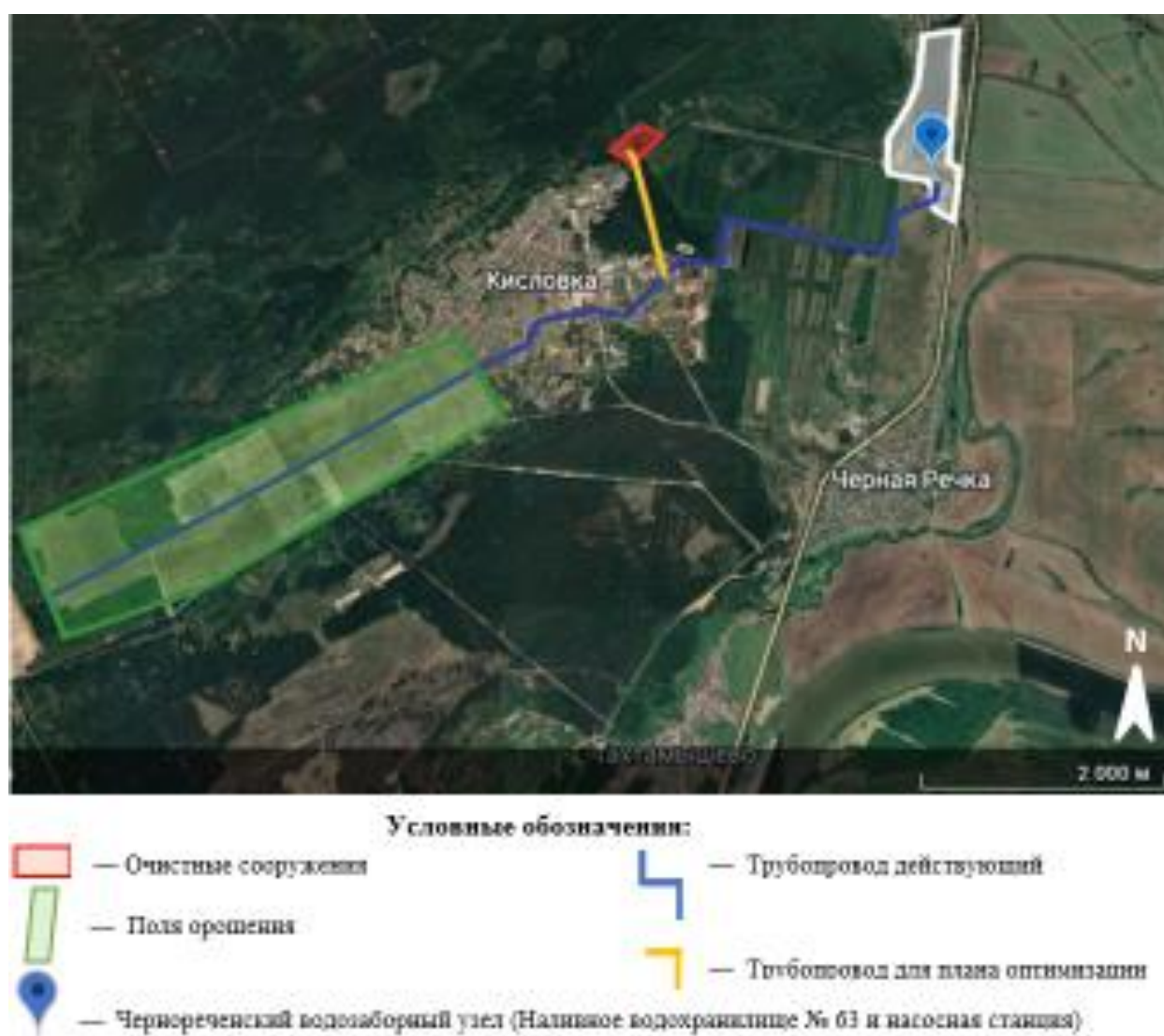


Рисунок 16 – Схема оптимизации водопользования

ГЛАВА 5. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследования проводились в окрестностях г. Томска на территории Томской области (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ,

административный центр Томской области) – элемента речной системы “Кисловка–Томь–Обь”. Объектом исследования является водосборная территория реки Кисловки для оценки водохозяйственного баланса.

Малые реки селитебных территорий часто испытывают значительное антропогенное воздействие, в той или иной степени утрачивая черты природных объектов. На региональном уровне это может сказываться на состоянии больших рек и подземных вод, что делает актуальным исследование проблемы эволюции природно-антропогенных водных объектов и условий трансформации их состояния.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном проекте сегментами рынка являются:

- Министерство природных ресурсов России;
- Управление по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) по Томской области;
- Научно-исследовательские организации, университеты.
- Граждане.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании, проводится анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработка вариантов оптимизации водопользования.

В таблице 29 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – первая научная группа, к2 – вторая научная группа.

Таблица 29–Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Объем базы данных	0,14	4	2	5	0,70	0,58	0,60
2.Точность	0,18	5	4	3	0,52	0,52	0,52
3.Скорость	0,15	3	5	4	0,75	0,45	0,56
4.Технологичность	0,15	4	3	3	0,49	0,51	0,52
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособностьпродукта	0,12	3	4	3	0,48	0,47	0,46
2.Цена	0,14	4	3	5	0,57	0,45	0,50
3.Срок выполнения работ	0,12	4	5	4	0,49	0,63	0,46
Итого	1	27	26	27	4,00	3,61	3,62

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Вес показателей в сумме должен составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot b_i \quad (4)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

b_i – балл i -го показателя.

Проведенный анализ конкурентов показал, что наша конкурентная способность основана на базе данных, которая была собрана за многолетние исследования и в скорости проведения работ, но конкурентная способность почти нивелируется дороговизной по сравнению с остальными.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 30 - Матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Заявленная рентабельность и высокая эффективность С2. Возможность интегрировать данные в других исследованиях С3. Квалифицированный персонал	Сл1. Удаленность территории объекта исследования Сл2. Погрешность расчетов Сл3. Длительный процесс исследования

Возможности В1. Появление дополнительного спроса на исследование В2. Прогнозирование гидрологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровне	Прогнозирование последствий антропогенного воздействия на исследуемую территорию	Использование неблагоприятных погодных условий для аналитических работ. Выбор наиболее подходящей методики расчетов.
Угрозы У1. Недостаточное углубление в анализе проблемы У2. Достоверность начальных данных У3. Не правильное заключение	Создание конкурентно способного проекта	Недостаточность данных

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (таблица 31).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 31 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	49	45

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (5)$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;
 B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что у степени проработанности научного проекта перспективность выше среднего и уровень имеющихся знаний у разработчика относится к перспективности выше средней

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В качестве метода коммерциализации выбирается торговля патентными лицензиями и инжиниринг.

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования, будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом

объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

5.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 32).

Таблица 32 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Министерство природных ресурсов, Росприроднадзор, Отдел водных ресурсов по Томской области Верхне-Обского бассейнового водного управления	оценка современного водохозяйственного баланса р. Кисловки.

В таблице 33 представить иерархия целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 33 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Оценка современного водохозяйственного баланса р. Кисловки в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий
Ожидаемые результаты проекта:	Научно обоснованное распределение водных ресурсов, а также всесторонне анализированы режимы расходования водных ресурсов, с предложением оптимизации.
Критерии приемки результата проекта:	Анализ фактического водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки и разработка вариантов оптимизации водопользования
Требования к результату проекта:	Требование:
	Соответствие требованиям нормативной документации РФ
	Обоснованность выбора методики расчетов.
	Выявление антропогенных нагрузок, влияющих на формирование водосбора реки
	Разработка план оптимизации для водосбора реки

В таблице 34 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 34 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Савичев О.Г., НИТПУ, д.г.н., профессор ОГИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	180
2.	Захарченко А.К., магистрант ОГИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, выбор методики расчетов, написание работы.	646
ИТОГО:				826

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 35).

Таблица 35 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
3.1. Бюджет проекта	350 000
3.1.1. Источник финансирования	НИТПУ
3.2. Сроки проекта:	10.01.2022-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	11.01.2022
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 17).



Рисунок 17 – Иерархическая структура работ

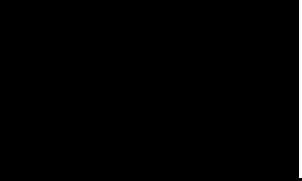
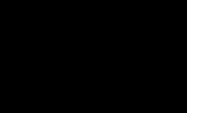
5.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 36,37).

Таблица 36– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	2	10.01.2022	11.01.2022	Захарченко А.К.
				Савичев О. Г.
Согласование плана работ	5	12.01.2022	17.01.2022	Захарченко А.К.
				Савичев О. Г.
Литературный обзор	11	18.01.2022	29.01.2022	Захарченко А.К.
Камеральная обработка данных	68	30.01.2022	08.04.2022	Захарченко А.К.
Консультирование проекта	10	09.04.2022	19.04.2022	Савичев О. Г.
Составление и написание отчета	31	20.04.2022	21.05.2022	Захарченко А.К.
Проверка работы	10	22.05.2022	31.05.2022	Савичев О. Г.

Таблица 37 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Код работ ы (из И С Р)	Наименование этапа	Т, дне й	Продолжительность выполнения работ														
			Январь			Феврал ь			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Утверждение темы магистерской диссертации	2															
2	Согласование плана работ	5															
3	Литературный обзор	11															
4	Обработка и анализ полученных результатов	68															
5	Консультирован ие проекта	10															
	Составление и написание отчета	31															
6	Проверка работы	15															



- Захарченко А.К.

- Савичев О. Г.

5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты.
2. Заработная плата.
3. Отчисления на социальные нужды и накладные расходы.
4. Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.
5. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.
6. Накладные расходы

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 38).

Таблица 38 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Название прибора	Количество, шт.	Потребляемая мощность, кВт	Часы работы	Тариф за 1 кВт-час, руб.	Стоимость электроэнергии, руб.
Холодильник	1	0,7	946	2,73	1807
Дистилятор	1	0,65	840	2,73	1491
Компьютер	2	0,4	826	2,73	1804
ИТОГО	5101,8				

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 39).

Таблица 39 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (dexp)	1	40000	40000
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5500	5500

Расчет основной заработной платы.

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 41.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (6)$$

Где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб} \quad (7)$$

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

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (8)$$

где: Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 40.

Таблица 40 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (выходные дни + праздничные дни)	66	66
Потери рабочего времени - отпуск/невыходы по болезни	56	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	243

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_б * (k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (9)$$

где: $З_б$ – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст.

преподаватель, доцент, профессор. Базовый оклад Z_6 определяется исходя из размеров окладов, определенных штатным расписанием предприятия.

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_6 * K_p, \quad (10)$$

где: Z_6 – базовый оклад, руб.;

K_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта проводился без учета премиального коэффициента $K_{пр}$ (определяется Положением об оплате труда) и коэффициент доплат и надбавок K_d .

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 41.

Таблица 41 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_6 ,руб.	k_p	Z_m ,руб.	$Z_{дн}$,руб.	$T_{раб,р}$ аб.дн.	$Z_{осн}$,руб
Руководитель	34800	1,3	45240	1936,2	27	52277,4
Исполнитель	13890	1,3	18057	772,8	97	74961,6

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

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

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} * k_{\text{доп}}, \quad (11)$$

где: $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты; $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 42 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 42 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	52277,4	74961,6
Дополнительная зарплата	7841,6	11244,2
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	146324,8	

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

Размер страховых взносов равный 30,2%

Страховые взносы составляют 44190,1руб.

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 14632,5 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями. На эту статью расходов, в данном проекте относится, использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 2400 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,2 * (146324,8) = 29265$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов 20%

Таким образом, бюджет проекта составляет 287414 руб., приведен в таблице 43.

Таблица 43 – Бюджет проекта

Затраты по статьям								
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов)	Специальное оборудование для научных работ (экспериментальных)	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Страховые взносы	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и	Накладные расходы	Итого бюджет проекта
5102	45500	127239	19086	44190	14633	2400	29265	287414
6632	59150	165411	24812	57447	19022	3120	38045	373638

5.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 18

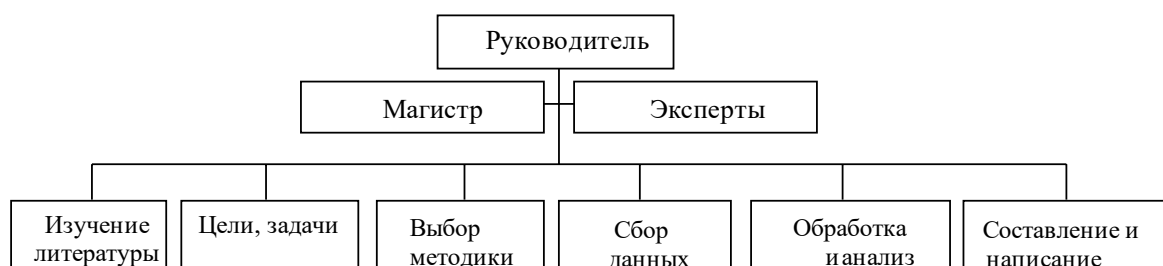


Рисунок 18 – Проектная организационная структура проекта

5.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 44).

Таблица 44 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позднее сроков графиков в точках
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позднее дня контрольного события по плану управления

5.4.3 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.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 45.

Таблица 45 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Выбор не правильной методики расчета	Искажение исследования	3	3	средний	Консультация руководителя	Ложный прогноз
3	Сбой в работе оборудования	Некорректные результаты расчетов	4	4	средний	Устранение неполадок, ремонт оборудования	Сбой компьютера
4	Погрешность расчетов	Некорректные экспериментальные данные	3	4	низкий	Проверка формул	Невнимательность

5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска.

Для оценки общей экономической эффективности используются основные показатели:

чистая текущая стоимость (NPV);

индекс доходности (PI);

внутренняя ставка доходности (IRR);

срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент

инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (13)$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета (t= 0, 1, 2 ...n)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчёт чистой текущей стоимости представлен в таблице 46.

Таблица 46 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	359 268	359 268	359 268	359 268
2	Итого приток, руб.	0	359 268	359 268	359 268	359 268
3	Инвестиционные издержки, руб.	287 414	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	100 595	100 595	100 595	100 595
5	Налогооблагаемая прибыль	0	258 673	258 673	258 673	258 673
6	Налоги, руб.	0	51 735	51 735	51 735	51 735
7	Чистая прибыль, руб.	0	206 938	206 938	206 938	206 938
8	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль+амортизация)	-287 414	235 680	235 680	235 680	235 680

9	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1,000	0,833	0,694	0,578	0,482
10	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.	-287 414	196 321	163 562	136 223	113 598
11	$\sum \text{ЧДД}$	609 703				
12	Итого NPV, руб.	322 289				

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 322 289 рубля, что позволяет судить об его эффективности.

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (14)$$

где: i – ставка дисконтирования;

t – шаг расчета.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧДП}_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1 \quad (15)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Если $PI > 1$, то проект является эффективным.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{609\,703}{287\,414,2} = 2,1$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или

IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования(i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 47 и на рисунке 19.

Таблица 47 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование	0	1	2	3	4	NPV, тыс. руб
	показателя						
1	Чистые денежные потоки, тыс. руб.	-287 414	235 680	235 680	235 680	235 680	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-287 414	214233	194671	176995	160969	459455

Продолжение таблицы 47

	0,2	-287 414	196321	163562	136223	113598	322289
	0,3	-287 414	181238	139522	107234	82488	223068
	0,4	-287 414	168275	120197	85787	61277	148122
	0,5	-287 414	157198	104642	69525	46665	90616
	0,6	-287 414	147300	91915	57506	36059	45365
	0,7	-287 414	138580	78953	47843	26396	4357
	0,8	-287 414	131038	72825	40301	22390	-20861
	0,9	-287 414	123967	65283	34409	18147	-45607
	1	-287 414	117840	58920	29460	14612	-66582

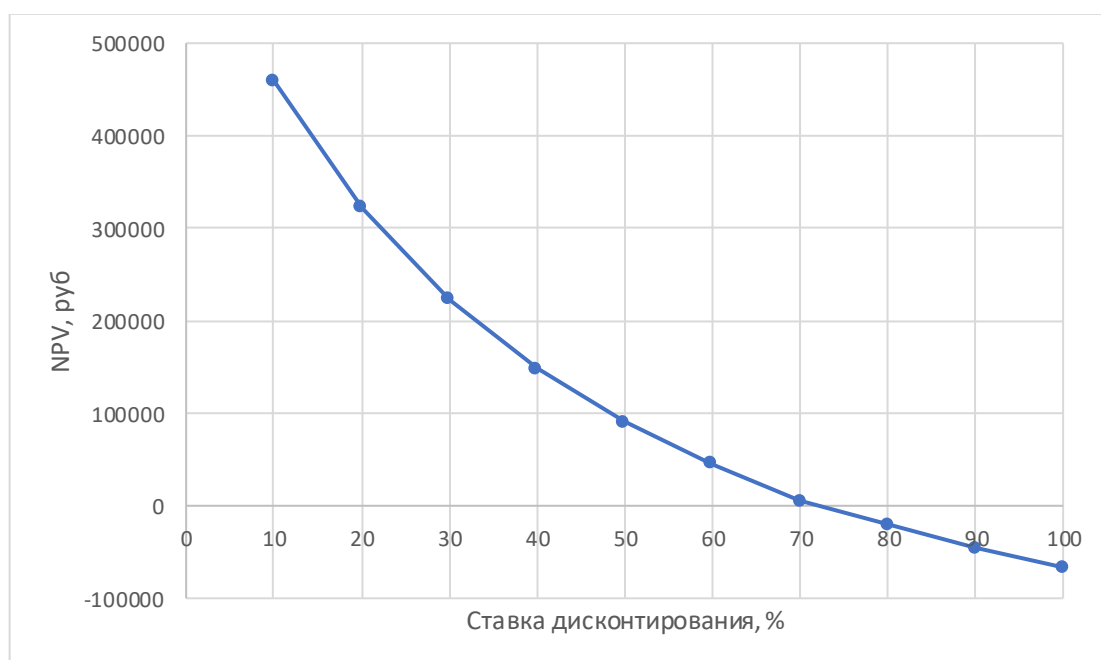


Рисунок 19 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,72.

Запас экономической прочности проекта: $72\% - 20\% = 52\%$

Дисконтированный срок окупаемости.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 48).

Таблица 48 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток, руб.	-287414	196321	163562	136223	113598
2	То же нарастающим итогом, руб.	-287414	-91093	72469	63754	49844
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 1 + (91093 / 163562) = 1,6$				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 49).

Таблица 49 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Антропогенное воздействие на окружающую среду	Оценка и оптимизация антропогенного воздействия

7.5.2 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. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\Phi}^P = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (16)$$

где: I_{Φ}^P - интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a \quad (17)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (18)$$

где: I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i - весовой коэффициент i -го параметра;

$a_i b_i^p$ - балльная оценка i -го варианта исполнения для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 50).

Таблица 50 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1
Критерии			
Достоверность	0,25	4	5
Удобство в эксплуатации	0,05	4	4
Время выполнения работ	0,25	5	4
Цена	0,3	5	2
Конкурентоспособность продукта	0,15	5	4
Итого	1	23	20

$$I = 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 = 4,7$$

$$\text{Аналог 1} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 = 3,7$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{ФИН Р}}^p$) и аналога ($I_{\text{ФИН Р}}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{ФИН Р}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p} \quad (19)$$

$$I_{\text{ФИН Р}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} \quad (20)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{СР}} = \frac{I_{\text{ФИН Р}}^p}{I_{\text{ФИН Р}}^a} \quad (21)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{СР}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{ФИН Р}}^{\text{Р}}$ -интегральный показатель разработки;

$I_{\text{ФИН Р}}^{\text{А}}$ -интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 51.

Таблица 51 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,7	1,0
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,7
3	Интегральный показатель эффективности	6,6	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,8	0,6

Вывод:

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 322 289руб., индекс доходности $PI=2,1$, внутренняя ставка доходности $IRR=72\%$, срок окупаемости $PP_{\text{дск}}=1,6$ года, при этом бюджет проекта равен 287414,2 руб., тем самым инвестиционный проект можно считать выгодным и экономически целесообразным.

ГЛАВА 6. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Введение

Малые реки селитебных территорий часто испытывают значительное антропогенное воздействие, в той или иной степени утрачивая черты природных объектов. На региональном уровне это может сказываться на состоянии больших рек и подземных вод, что делает актуальным исследование проблемы эволюции природно-антропогенных водных объектов и условий трансформации их состояния. Указанная проблема была рассмотрена на примере р. Кисловка в окрестности г. Томска (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ, административный центр Томской области) – элемента речной системы “Кисловка–Томь–Обь”.

В данной работе объектом исследования является водосборная территория реки Кисловки для оценки водохозяйственного баланса.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на процесс исследования, рассмотрены воздействия исследуемого объекта на окружающую среду, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При написании магистерской диссертации помимо офисной работы были произведены полевые работы. Все основные организационные и правовые вопросы работ описывает трудовой кодекс РФ.

Офисная работа относится ко второй категории тяжести труда, полевые работы относятся к третьей категории тяжести. Нормальная

продолжительность рабочего времени для работы второй категории не может превышать 40 часов в неделю, для третьей – 36 часов в неделю [25].

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации, каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы и среднего заработка во время прохождения осмотра.
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с Трудовым Кодексом РФ, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

6.1.1 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя

Объектом исследования является водосборная территория реки Кисловки для оценки водохозяйственного баланса. Для процесса изучения

объекта необходимо пространство, в котором может находиться человек при выполнении исследовательского процесса.

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

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

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием: высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног; высоты сиденья и подставки для ног (при нерегулируемой высоте рабочей поверхности).

Форму рабочей поверхности различного оборудования следует устанавливать с учетом характера выполняемой работы. Она может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса работающего или углубление для настольных машин и т.д. При необходимости на рабочую поверхность следует устанавливать подлокотники [26].

6.2 Производственная безопасность

При проведении исследований, при разработке или эксплуатации проектируемого решения существует вероятность возникновения вредных и опасных факторов.

Вредные производственные факторы – факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания.

Опасные производственные факторы – факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной [27].

В таблице 52 представлены возможные вредные факторы, воздействующие на исследователя, работа которого связана с анализом данных на компьютере.

В данном подразделе также предложены решения по снижению влияния каждого фактора на работающего и мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса и эксплуатации оборудования.

Таблица 52 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Полевые работы	Лаб. исследования	Обработка результатов	
1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[28]
2. Повышенный уровень шума	+	+	+	
3. Недостаток освещения	+	+	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[30]
4. Электромагнитное излучение	-	+	+	СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [28]
5. Динамические нагрузки.	+	-	-	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [30]

Продолжение таблицы 52

6. Статические нагрузки	-	+	+	ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [26]
7. Неисправность оборудования	-	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» [32]; Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года) [33].
8. Ветер и вихри	+	-	-	Правила по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях [35]

6.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды и объектов исследования является одним из показателей микроклимата. Микроклимат производственных помещений – это условия внутренней среды помещений, влияющие на тепловое состояние человека и определяющие работоспособность, здоровье и производительность труда.

Установленные показатели для микроклимата в соответствии с Санитарными правилами: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Для обеспечения безопасного производства работ необходимо соблюдать требования микроклимата рабочей зоны, определяемые СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [28]. В таблице 53 представлены оптимальные меры микроклимата для

работ, производимых сидя и сопровождающимся незначительным физическим напряжением.

Таблица 53 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергопотребления, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

6.2.2 Повышенный уровень шума

Источниками звука могут являться: звуки, доносящиеся из соседних помещений или с улицы; звуки возникающие в процессе функционирования оборудования; музыка, разговоры, смех (человеческий фактор).

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты [29].

В таблице 54 представлены допустимые уровни шума в рабочей зоне использования ПЭВМ, указанные в СанПиН 1.2.3685-21 [28].

Таблица 54 – Значения ПДУ шума

Уровни звукового давления (Дб) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Для минимизации воздействия шума используют хорошую звукоизоляцию; производят замену устройств на более качественные или сокращают время их использования; применяют санкции к работникам.

6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

К современному производственному освещению предъявляются требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При работе на ЭВМ, как правило, применяют одностороннее боковое естественное освещение. Причем светопроемы с целью уменьшения солнечной инсоляции устраивают с северной, северо-восточной или северо-западной ориентацией. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства, снабженные светорассеивающими шторами, жалюзи или солнцезащитной пленкой.

В тех случаях, когда одного естественного освещения недостаточно, устраивают совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяют не только в темное, но и светлое время суток. Для искусственного освещения помещений хорошо подходят светильники с люминесцентными лампами общего освещения. Диффузный

ОД-2-80 светильник имеет следующие технические характеристики: 2 лампы по 80 Вт; длина лампы 1531 мм, ширина 266 мм, высота 198 мм, Коэффициент полезного действия равен 75 %, светораспределение прямое. Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии стены с окнами и зрения оператора.

Согласно действующим санитарным правилам и нормам (СП СанПиН 1.2.3685-21)[28] для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест (300-500 лк), а для естественного и совмещенного - коэффициент естественной освещенности (КЕО). При выполнении работ высокой зрительной точности величина коэффициента естественной освещенности должна быть больше или равна 1,0 %. Нормирование освещенности производится в соответствии с [28] которые устанавливают минимальный (нормативный) показатель освещенности. Нормируемые параметры искусственного освещения представлены в таблице 55.

Таблица 55 - Нормируемые параметры искусственного и естественного освещения [30]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО $e_{н\%}$ %		КЕО $e_{н\%}$ %		Освещенность, лк		
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при комбинированном освещении		при общем освещении
						всего	от общего	

2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительств а	Г-0,8	3	1	1,8	0,6	400	200	300
Залы персональных компьютеров, машинописное бюро	Г-0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400
	Экран монитора: В- 1,2		-	-	-	-	-	Не боле е 200

6.2.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение представляет существенную опасность для человека по сравнению с другими вредными факторами. В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений может вызывать повышенную утомляемость, появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 6, в соответствии с [28].

Таблица 56 – Допустимые уровни ЭМП на рабочих местах

Наименование показателя	Значение показателя
Напряженность переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Гц), Н, А/м, или магнитная индукция, В, мкТл (Н/В), не более	80/100
Напряженность электрического поля промышленной частоты (50 Гц), Е, кВ/м, не более	5
Напряженность постоянного магнитного поля, Н, кА/м, не более	8

Напряженность электрического поля в радиочастотном диапазоне:	
- от 0,03 до 3 МГц, В/м, не более;	50
- от 3 до 30 МГц, В/м, не более;	30
- от 30 до 300 МГц, В/м, не более	10
Напряженность магнитного поля в радиочастотном диапазоне:	
- от 0,03 до 3 МГц, Н, А/м, не более;	5,0
- от 30 до 50 МГц, Н, А/м, не более	0,3
Напряженность электростатического поля, кВ/м, не более	20

Существует ряд рекомендаций, следуя которым можно уменьшить негативное воздействие от компьютерной техники:

- 1) Несколько компьютеров или ноутбуков, постоянно находящихся в одном помещении, следует располагать по периметру комнаты, оставляя центр свободным;
- 2) Выключать компьютер после окончания работы;
- 3) Использование специальной защитной пленки;
- 4) Систематическое вытирание пыли, влажная уборка и применение ионизаторов.

6.2.5 Динамические нагрузки

Динамические нагрузки являются вредным фактором на этапе проведения полевых работ. Основными видами работ являются пробоотбор и погрузочно–разгрузочные работы. Чрезмерные динамические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать проблемы с сердцем. Основной документ, регламентирующий эти работы ГОСТ 12.3.009-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» (с Изменением N 1) [31].

Индивидуальными средствами защиты являются спецодежда (перчатки) и специальная обувь.

6.2.6 Статические нагрузки

При работе за персональным компьютером основным негативным фактором является статическая нагрузка. Чрезмерные статические нагрузки вызывают у человека усталость, снижают максимальную работоспособность, а также могут вызвать развитие остеохондроза. Чтобы максимально уменьшить влияние этого фактора рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя» [26]. Для минимизации воздействия фактора необходимо соблюдение режима работ.

6.2.7 Неисправность оборудования

В настоящее время для исследовательской работы существует большое количество оборудования: компьютеры, принтеры, сканеры и т. д.

Неисправность оборудования может привести к прохождению электрического тока через тело человека, к возникновению пожара. Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, электролитическое, биологическое, механическое и световое воздействие.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки, согласно ГОСТ 12.1.038-82 [32], не должны превышать значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 57 – Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значение	
	Uпр, В	Ih, mA
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

При неисправности каких-либо блоков компьютера корпус может оказаться под током, что может привести к электрическим травмам или электрическим ударам. Для устранения этого необходимо обеспечить подсоединение металлических корпусов оборудования к заземляющей жиле.

Организационными мероприятиями по предотвращению неисправности оборудования являются периодические и внеплановые инструктажи, а также регулярная проверка и обновление оборудования. Периодический инструктаж проводится не менее одного раза в год. Внеплановый инструктаж проводится руководителем подразделения при введении в эксплуатацию нового технического электрооборудования. Помещение должно быть оборудовано огнетушителем и планом эвакуации при пожаре [33].

6.2.8 Ветер и вихри

При полевых работах происходят случаи сильного ветра, которые в значительной части могут навредить как оборудованию, так и здоровью, а иногда и жизни работников. Поэтому необходимо чётко соблюдать правила, описанные в ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах» [34] и в «Правилах по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях» (пункт 68-73) [35]. Для минимизации воздействия

фактора необходимо соблюдение правил безопасности выполняемых работ. Наличие спецодежды, специальной обуви.

6.2.9 Расчёт системы искусственного освещения

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Исходные данные для используемого помещения: длина $A = 6$ м, ширина $B = 3$ м, высота $H = 3,0$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,75$ м. Требуется создать освещенность $E_H = 300$ лк. Значение коэффициента отражения потолка (чистый бетонный) $\rho_{п} = 50\%$. Значение коэффициента отражения стен (оклеены светлыми обоями) $\rho_{ст} = 30\%$.

Расчёт системы общего люминесцентного освещения:

1) Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$. $l_{св} = 1,23$ м.

2) Приняв $h_c = 0,5$ м, определяем расчетную высоту

$$h = H - h_c - h_{rp} \quad (22)$$

$$h = 3,0 - 0,5 - 0,75 = 1,75 \text{ м;}$$

3) Расстояние между светильниками

$$L = \lambda * h \quad (23)$$

$$L = 1,4 * 1,75 = 2,45 \text{ м;}$$

4) Расстояние от крайнего ряда светильников до стены $L/3 = 0,82$ м.

5) Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3} * L)}{L} + 1 \quad (24)$$

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(3 - \frac{2}{3} * 2,45)}{2,45} + 1 = 1,56 \approx 2.$$

$$n_{\text{свет}} = \frac{(A - \frac{2}{3} * L)}{l_{\text{св}} + 0,5} \quad (25)$$

$$n_{\text{свет}} = \frac{(6 - \frac{2}{3} * 2,45)}{1,23 + 0,5} = 1,73 \approx 2.$$

Расчёты показали, что для данного помещения необходимо два ряда светильников по два светильника типа ОД мощностью 65 Вт (с длиной 1,23 м) в каждом. В связи с тем, что расчёты не дали точных значений, количество рядов и ламп округлялось до целых, расстояния между рядами и лампами были изменены. На рисунке 1 изображён в масштабе схема помещения и размещения в нем светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N_{\text{л}} = 8$.

6) Далее находим индекс помещения

$$i = S/h(A+B) \quad (26)$$

$$I = 30/(3,0*(6+3))=1,1$$

7) По справочным материалам определяем коэффициент использования светового потока:

Для лампы типа ОД, $i=1,1$

8) Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов

$$\Phi = \frac{(E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z)}{(N_{\text{л}} \cdot \eta)} \quad (27)$$

$$\Phi = \frac{(300 * 30 * 1,5 * 1,1)}{(8 * 0,48)} = 3867$$

9) Выбираем стандартную лампу необходимой мощности. Для нашего помещения наиболее подходящим выбором будет лампа холодно-белая (ЛД 65 Вт) с потоком 3750 лм.

10) Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{(\text{Фл.станд}-\text{Фл.расчёт})}{\text{Фл.станд}} * 100\% \leq +20\%. \quad (28)$$

$$-10\% \leq -3,12 \leq +20\%.$$

11) Производится расчёт электрической мощности светильной установки

$$P = 8 * 65 = 520 \text{ Вт}$$

Таким образом, для рабочего кабинета с размерами: длина А=6 м, ширина В=3 м, высота Н=3,0 м, для необходимого освещения требуется 2 светильника ОД с 8 лампами дневного света, расположенных в два ряда.

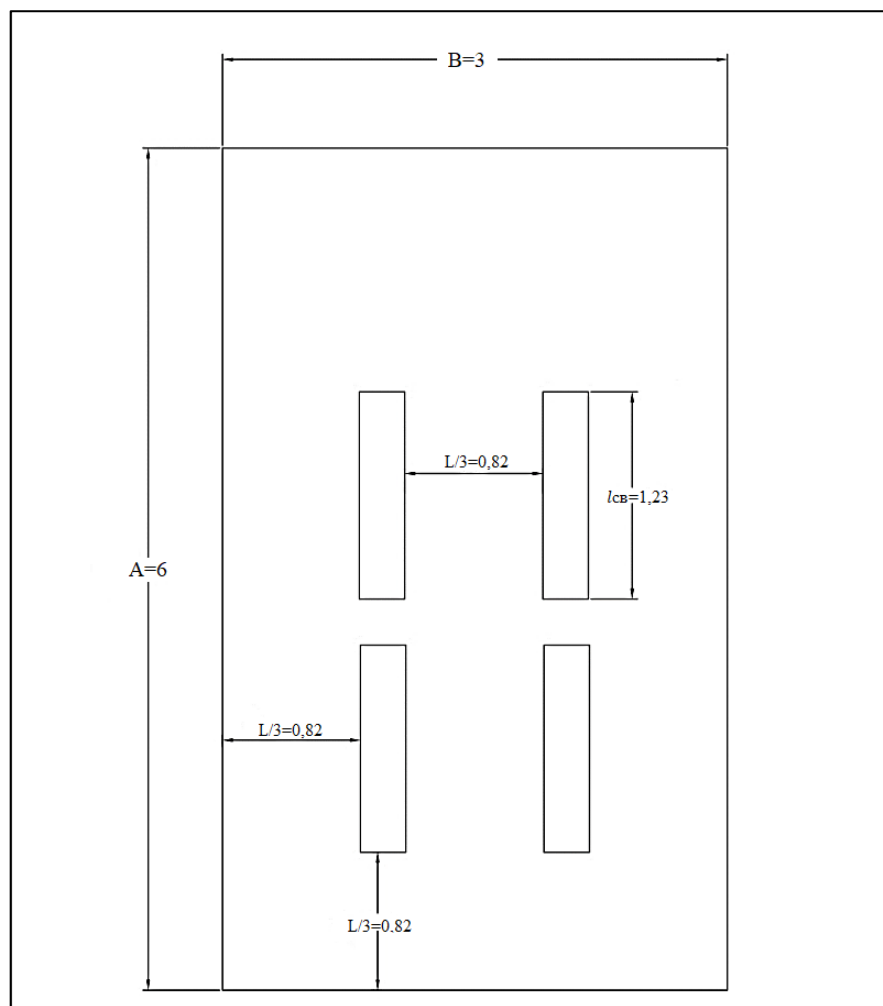


Рисунок 20 – Схема размещения светильников в помещении для люминесцентных ламп

6.3 Экологическая безопасность

Во время проведения работ можно выделить отдельные технологические процессы, которые негативно влияют на окружающую среду.

Загрязнение атмосферы

При проведении полевых работ основным источником загрязнения являются парниковые газ от автотранспорта. В мировой практике существуют прецеденты контроля выбросов парниковых газов от автотранспорта, но в РФ на данный момент отсутствуют документы,

регламентирующих это. В приказе Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. № 300 нет рекомендаций по расчёту парниковых газов для автотранспорта [36].

Загрязнение гидросферы

Загрязнение гидросферы может проходить в результате разливов нефтепродуктов, сбросов сточных вод в поверхностные воды на акватории исследуемых водных объектов. Документами, нормирующими охрану поверхностных вод, являются ГОСТ 17.1.3.13-86 и СанПиН 2.1.3684-21 [37, 24].

Загрязнение литосферы

Загрязнение литосферы в основном вызвано утилизацией бытовых отходов, а также отходами, образованными в результате работы на ПЭВМ, оргтехнике и т. д. Утилизация отходов должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 [38].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Во время проведения экспедиционных работ, лабораторных исследований, офисной работы возможен большой список возможных чрезвычайных ситуаций: лесной пожар, бытовой пожар, ураганный ветер, автомобильная авария, угроза пандемии, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения населения и др.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при проведении исследовательской работы является пожар на рабочем месте. Возникновение пожара в рабочем помещении наиболее вероятно по причинам неисправности электрооборудования. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в

случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

В случае возникновения пожара необходимо следовать следующим правилам:

- позвонить в противопожарную службу по телефону 01 или МЧС - 112. При этом: четко назвать место пожара, что горит, свою фамилию и номер телефона, дожидаться подтверждения вызова;
- оповестить о пожаре окриком работников, находящихся в соседних помещениях;
- сообщить руководству;
- организовать встречу пожарного подразделения противопожарной службы;
- при необходимости отключить питание электроприборов;
- до прибытия пожарного подразделения приступить к ликвидации пожара имеющимися в наличии первичными средствами пожаротушения;
- в случае угрозы жизни покинуть место пожара [33].

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

Вывод:

В ходе выполнения работы над разделом «Социальная ответственность» выявлены опасные и вредные факторы, воздействию которых может подвергнуться сотрудник при проведении исследовательской работы, связанной с моделированием на ПК: шум, недостаточная освещенность, микроклимат, психофизические факторы, поражение электрическим током, возникновение пожара. На основе законодательных и нормативных документов проведен анализ воздействия факторов на организм человека, приведены допустимые нормы и предлагаемые средства защиты. Установлено, что выполняемая работа не

сопряжена с высоким риском травматизма. Освещенность на рабочем месте и уровни шума находятся в допустимых пределах нормы. Микроклиматические условия соблюдаются за счет использования систем отопления и кондиционирования. Вероятность поражения электрическим током сведена к минимуму. Помещение оборудовано согласно требованиям электробезопасности и пожарной безопасности.

В разделе экологическая безопасность рассматривается характер воздействия выполняемых работ на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды влияние их на атмосферу, гидросферу и литосферу.

В заключительной части раздела приведены инструкции при возникновении наиболее вероятной чрезвычайной ситуации и рассмотрены соответствующие средства защиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду того что исследуемая территория по степени гидрометеорологической изученности является недостаточно изученной, кроме того, гидрологически неизученной, вследствие отсутствия данных гидрометрических наблюдений. Были получены расчетные характеристики элементов водного баланса для р. Кисловки – (протока Бурундук) благодаря выбранной реке аналогу (Порос-п. Зоркольево).

Основная доля питания р. Кисловки – (протока Бурундук) независимо для лет малой, средней или высокой водности состоит из весеннего стока. Основной фазой реки является половодье, т. к. на весну приходится основная часть водных ресурсов, а именно 69% от годового стока. В формировании весеннего стока участвуют твердые осадки и подземный сток за холодный период.

Исследования по оценке современного водохозяйственного баланса водосбора р. Кисловки – (протока Бурундук) показали, что на рассматриваемой территории антропогенное воздействие оказывают населенные поселки и микрорайоны г. Томска и Томского района, которые осуществляют выпуски очищенных хозяйственно-бытовых стоков в реку, а также территории, которые используются для сельского хозяйства с забором (изъятием) водных ресурсов. Сброшенные сточные отработанных (использованных) подземных вод населенных пунктов увеличивают расход воды в реке, который оказывает влияние на речную экосистему. Некоторое влияние оказывает и водозабор ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз», разработка плана оптимизации водопользования для сельхозтоваропроизводителя поможет преобразовать использование очищенных сточных вод для орошения земель, с целью снижения воздействия на формирования стока реки.

При демографическом росте населения, а также застройки водосбора р. Кисловки, необходимо будет учитывать водоотведение поверхностных и хозяйственно-бытовых сточных вод, в случае сброса сточных вод в р. Кисловку– (протока Бурундук)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. АИС ГМВО «Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов» [электронный ресурс] – <https://gmvo.skniivh.ru>
2. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – Москва : Минстрой России, 2016. – 166 с.
3. Солнечная инсоляция в городах России и СНГ [электронный ресурс] – <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii>.
4. Научно прикладной справочник по климату СССР части 1-6, выпуск №20/Санкт-Петербург, Гидрометеиздат 1993 г.-716 с.
5. СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология. Дата введения 2021-06-25
6. География Томской области. Под редакцией доктора географических наук А. А. Земцова/издательство Томского Университета Томск 1988 г.- 245 с.
7. Национальный атлас почв Российской Федерации [электронный ресурс] – <https://soil-db.ru>
8. Герасько Л.И., Пологова Н.Н. Особенности почвообразования в таежной зоне Томского приобья// Вопросы почвоведения Сибири. – Томск, 1975.
9. Научно-популярная энциклопедия Вода России [электронный ресурс] – <https://water-rf.ru>
10. Особенности гидрологического режима малых рек Обь-томского междуречья Л.И. Дубровская, Н.А. Ермашова - Томский государственный университет, Томский политехнический университет, 2001

11. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000 Серия Кузбасская лист О-45-XXXI Объяснительная записка Составители Иванов К.В., Чернышев Г.А., Смоленцев Ю.К., Издательство «Недра» 1969. – 46 с.

12. СП 33-101-2003. Свод правил. Определение основных расчетных гидрологических характеристик

13. Определение морфометрических характеристик водных объектов суши и их водосборов с использованием технологии географических информационных систем по цифровым картам Российской Федерации и спутниковым снимкам. – М.: ООО "РПЦ Офорт", 2017

14. Общая гидрология (воды суши): Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Гидрология суши" /Чеботарев Александр Иванович, 1975. – 301с.

15. Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 15 /Сост.: Н. Д. Савченко, С. И. Пиньковский, К. В. Молькентин и др.; под ред. Н. А. Паниной/ Зап. - Сиб. управление гидрометеорол. службы, 1972. 37–91 с.

16. Официальный сайт Администрации Томского района [электронный ресурс] –<https://www.tradm.ru/o-rayone>

17. СП 31.13330.2021. Свод правил. Водоснабжение. наружные сети и сооружения

18. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2019 году» /Администрация Томской области Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области/ ОГБУ «Облкомприрода, 2019 г.–136 с.

19. Микрорайон «Северный Парк» [электронный ресурс] – <https://gkkarier.ru/mikrorajonyi/severnyij-park/>

20. ООО "Томскводоканал" [электронный ресурс] – <https://vodokanal.tomsk.ru>

21. ФГБУ «Управление «Томскмелиоводхоз». Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление мелиорации земель и

сельскохозяйственного водоснабжения по Томской области» [электронный ресурс] –<http://mvh70.ru>

22. Управление в сфере водных ресурсов Томской области [электронный ресурс] –<https://green.tsu.ru/usvr>

23. Проект планировки и проект межевания территории Левобережья р. Томи в границах городской черты с концепцией градостроительного развития прилегающих территорий Томского района в границах агломерации. Муниципальный контракт №01-11 от 29 марта 2011 г. - Санкт-Петербург.

24. СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий"

25. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 25 февраля 2022 года) от 31.12.2001 г. № 197

26. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

27. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправкой)

28. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

29. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности

30. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95

31. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

32. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»

33. Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года)

34. ПБ 08-37-2005 «Правила безопасности при геологоразведочных работах»

35. Правила по охране труда при проведении работ в особых климатических условиях

36. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2015 № 300 "Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации" (Зарегистрирован 15.12.2015 № 40098)

37. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения

38. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов

39. Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30 апреля 2021 года)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Methods of computation of the main water balance components

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM01	Захарченко Анастасия Константиновна		

Консультант школы отделения (геологии) ИШПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Савичев Олег Геннадьевич	Д. Г. Н., профессор		

Консультант – лингвист отделения (ОИЯ) школы ШБИП

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

Water balance techniques, one of the main subjects in hydrology, are a means of solution of important theoretical and practical hydrological problems. On the basis of the water balance approach, it is possible to make a quantitative evaluation of water resources and their change under the influence of anthropogenic activities.

Knowledge of the water balance assists the prediction of the consequences of artificial changes in the regime of streams, lakes, and ground-water basins. With water balance data it is possible to compare individual sources of water in a system, over different periods of time, and to establish the degree of their effect on variations in the water regime. Then, the initial analysis used to compute individual water balance components, and the co-ordination of these components in the balance equation make it possible to identify deficiencies in the distribution of observational stations, and to discover systematic errors of measurements. Finally, water balance studies provide an indirect evaluation of an unknown water balance component from the difference between the known components (e.g., long-term evaporation from a river basin may be computed by the difference between precipitation and runoff).

The water balance equation describes the flow of water in its various forms, into and out of a hydrological system (Palmer 1965)[1]:

$$P+L=ET+SR+I \quad (1)$$

Where **P** stands for the precipitation for the considered period, **ET** represents evapotranspiration, **SR** is the surface runoff, **I** is the infiltration to the vadose zone (soil water) and to groundwater which results in changes in subsurface storage and **L** is moisture loss from the soil in the form of capillary rise or transport through vegetation. Equation (1) partitions precipitation and soil water losses into three components, i.e. surface runoff, ET and changes in subsurface storage. Units of measurement of the parameters of Equation (1) can be either volumetric per unit of time (e.g. m³/month) or units of length (vertical depth of water) per unit of time

(e.g. mm/month). Equation (1) can be applied at various scales, e.g. at the soil column or at the catchment scale. In any case, Equation (1) requires a closed system with no contributions in and/or out of the hydrological system. If this is not the case, e.g. surface runoff and/or groundwater flow contributes to an adjacent basin or there are contributions from adjacent basins, then the incoming and/or outflowing water quantities should be taken into account.

Computation of the water balance at the catchment scale requires measured or computed data of at least three of its constituents. The fourth can then be estimated solving Equation (1) for the unknown parameter. As precipitation is the most commonly measured parameter, measured precipitation data were used whereas our methodology focuses on the computation of the rest of the three components of Equation (1) at the monthly time step [2].

ET can be computed from meteorological data. As a result of an Expert Consultation held in May 1990, the FAO Penman-Monteith method is now recommended as the sole standard method for the definition and computation of the reference evapotranspiration. The FAO Penman-Monteith method requires radiation, air temperature, air humidity and wind speed data. The calculation procedures in this Publication allow for estimation of **ET** with the FAO Penman-Monteith method under all circumstances, even in the case of missing climatic data.

ET can also be estimated from pan evaporation. Pans have proved their practical value and have been used successfully to estimate **ET** by observing the water loss from the pan and using empirical coefficients to relate pan evaporation to **ET**. However, special precautions and management must be applied [3].

Precipitation (**P**)

Precipitation **P** is usually the only source of moisture coming to the land surface and thus the accuracy of measurement and computation of precipitation

determines to a considerable extent the reliability of all water-balance computations.

Since there is an uneven spatial distribution of precipitation data, can use spatial averages of monthly precipitation data may acquire for each study basin aggregating precipitation as monthly weighted averages of point.

Estimation of monthly GR and surface runoff

Listen

GR is computed using the regression equation developed in Gemitzi et al. (2017) [4]:

$$GR = 0,5174*(P-ET)+0,2145 \quad (2)$$

Where **GR** corresponds to monthly GR (mm/month), i.e. the water quantity that infiltrates to the subsurface and can be considered as a reasonable approximation of the infiltration term in Equation (1). **P** is the monthly precipitation (mm/month) and stands for actual **ET** (mm/month). Equation (2) was developed aiming to overcome issues related to data scarcity in the construction of hydrological equation. Equation (2) estimates monthly GR as a fraction of monthly effective precipitation, i.e. precipitation minus actual ET[2].

Water resource assessment

Water resource assessment is the determination of the sources, extent, dependability and quality of water resources, which is the basis for evaluating the possibilities of their utilization and control. Water resource assessment is of critical importance to sound and sustainable management of the world's water resources. Several reasons for this may be cited:

a) The world's progressive expanding population is placing increasing demands on water for drinking, food production, sanitation and other basic social and economic needs, but the world's water resources are finite. The rising demand has reached its limit in some areas and will reach the limit in many other areas within the next two decades. Should present trends continue, the world's water resources will be fully utilized before the end of the next century;

b) Water-related natural hazards, such as floods, droughts, and tropical cyclones, cause immeasurable destruction of human life and property, and have so during the course of history. Deforestation and urbanization, in particular, have exacerbated flood hazards by increasing the magnitude and frequency of floods;

c) Human activities are becoming increasingly intensive and diverse, producing a definite, ever-growing impact on natural resources through depletion and pollution. This is particularly the case for water, whose quality for many purposes can be severely degraded by physical changes and by pollution caused by a wide range of chemicals, microorganisms, radioactive materials and sediments;

d) There is a growing realization that the world's climate is not constant, and indeed may well be changing in response to human activity. While the relationship between increased global temperatures and greenhouse-gas-induced warming has been widely publicized, more attention should be paid to the effects of climate on the distribution of rainfall, runoff, and groundwater recharge, which are likely to be significant. It cannot be assumed that the patterns of these hydrological phenomena will not change. Effective water management can be achieved through sound decision-making based on reliable data and information on the status and trends of water resources, including quantity, quality, statistics on events such as floods, for example, and use for human purposes.

Water resource assessment is generally a prerequisite for water resources development and management, as recognized as early as 1977 by the United

Nations Water Conference held in Mar del Plata (Resolution 1 and Recommendation A of the Mar del Plata Action Plan). The Conference stressed the need for greater knowledge about the quantity and quality of surface-water and groundwater resources, and for comprehensive monitoring to guide the management of these resources. Furthermore, the International Conference on Water and the Environment, held in Dublin from 26 to 31 January 1992, recommended a number of actions in support of national water resource assessment.

Water resource assessment programme elements

In order to permit a preliminary assessment of available water resources on which to base national or regional long-term plans for overall water resources development, a basic water resource assessment programme involves the collection and processing of existing hydrological and hydrogeological data, plus the auxiliary data.

These plans should be based on or geared to present and future water needs. The elements of a water resource assessment programme are shown, in Figure 1, and are mainly as follows:

- a) The collection of hydrological data – historical data on water cycle components at a number of points distributed over the assessment area;
- b) The collection of physiographic data – data on the natural characteristics of the terrain that determine the areal and time variations of the water cycle components, such as topography, soils, surface and bed rock geology, land use and land cover;
- c) The techniques used for the areal assessment of water resources – techniques for converting data into information and for relating the hydrological

data to the physiographic data to obtain information on water resource characteristics at any point of the assessment area.

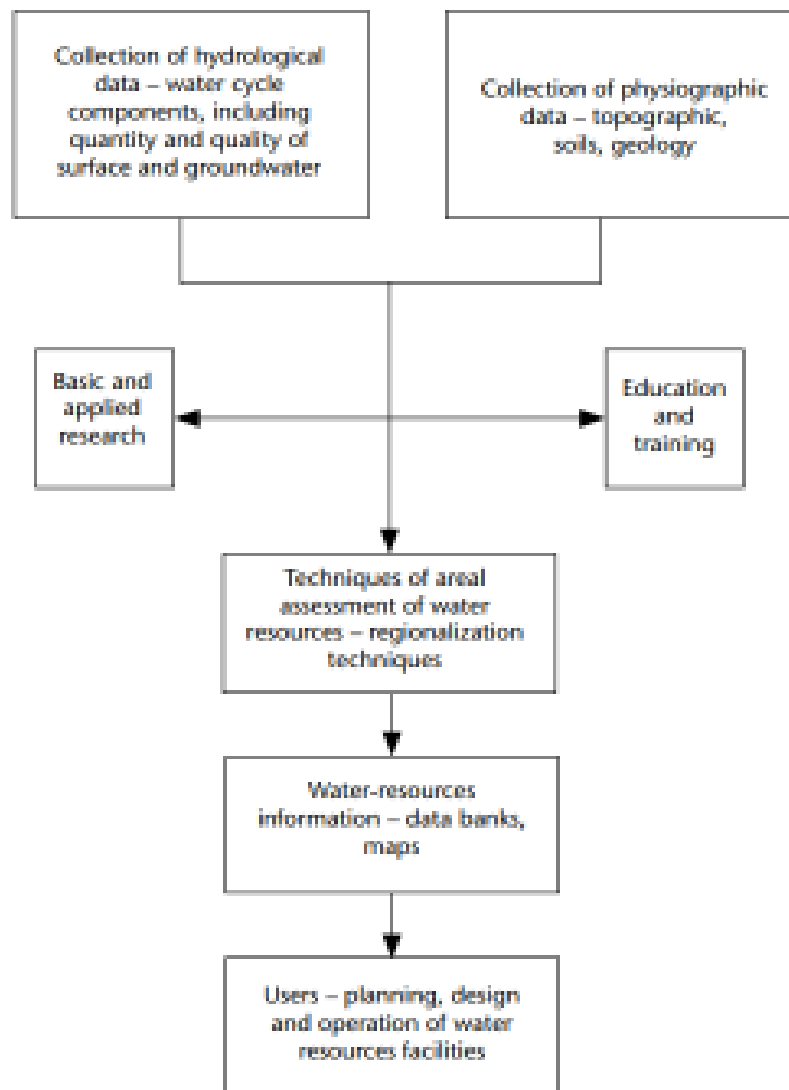


Figure 1 - Elements of a basic water resource assessment programme[5]

A basic water resource assessment programme is considered adequate if these three elements are available and if, by relating them, they are sufficiently accurate to supply the water resources information required for planning purposes at any point of the assessment area. The country concerned will need to define the type of information required for planning, the manner in which this information is produced and transmitted to users and the effects of a lack of or inaccurate information on the decision-making process at the planning stage. All basic water

resource assessment activities require skilled personnel, sound equipment and techniques for field surveys, network design and operation, and development of reliable areal interpolation techniques. This, in turn, may require training and education of the required personnel, and basic and applied research to develop the required technology. An analysis of these activities can provide indications of their adequacy for the purpose of basic water resource assessment or, if inadequate, the additional means to be devoted to them to provide the required base for future development of an adequate water resource assessment programme.

Evaluation of water resource assessment activities

Water resource assessment is a national responsibility, and any evaluation of the extent to which it is being undertaken adequately in a country is also the responsibility of the country concerned. The WMO/UNESCO Water Resources Assessment: Handbook for Review of National Capabilities (UNESCO/WMO, 1997) was prepared with the aim of increasing the capabilities of countries to evaluate their achievements in water resource assessment and to provide a general framework for determining their needs and the actions necessary to achieve minimum requirements.

The methodology proposed in the Handbook comprises the full range of topics and activities that are included in a water resource assessment programme. The current levels of basic water resource assessment are compared with minimum acceptable requirements in terms of installations, equipment, skilled personnel, education, training and research. It contains detailed checklists for each component (see Figure 1) and offers advice as to how each activity might be evaluated, in most cases in quantifiable terms.

The results of the evaluation will be different for each country, depending on the characteristics of the corresponding basic water resource assessment programme and the country's characteristics and needs. Nevertheless, a minimum

set of results is expected in practically each case. This set includes the following items:

a) An analysis of the existing institutional framework for carrying out a basic water resource assessment programme with its resulting advantages, disadvantages and related constraints;

b) A comparative evaluation of the measurement networks and indications of network elements that require improvement with respect to station density, equipment, operational and supervisory staff, and other factors;

c) A review of the available surveys and programmes for collecting and processing physiographic data pertinent to basic water resource assessment;

d) An evaluation of the application of various techniques for areal extension of basic water resource assessment and related data- and information-transfer techniques;

e) An analysis of the hydrological information requirements for long-term planning, of the production and flow of this information to the user, and of the results of the use of such information in the planning process, which demonstrates the basic water resource assessment programme's adequacy or inadequacy;

f) An estimation of the personnel and skills required for an adequate basic water resource assessment programme and appraisal of existing education and training programmes compared with current and future requirements;

g) A review of basic and applied research activities in the country and region, their adequacies or inadequacies for water resource assessment compared with current and future needs, including needs for regional and international scientific and technological cooperation;

h) Definition of the major gaps in the programme with regard to institutional framework, financial resources, instrumentation, techniques and others;

i) Recommendations for eliminating inadequacies of the basic water resource assessment programme through national or regional cooperation and/or international aid.

Water projects

Water is needed in all aspects of life. The overall objective of water resource management is to make certain that adequate supplies of good-quality water are available for the population and various socioeconomic developments of the society, while preserving the hydrological and biochemical functions of the ecosystem. There is a growing awareness that development, including water resources development, must be sustainable. This implies that the world's natural resources must be managed and conserved in such a way as to meet the needs of present and future generations.

Purposes served by a water management project

An integrated approach to river basin planning and management is suitable for handling the cross-sectoral activities. The holistic management of freshwater as a vulnerable resource, and integration of the sectoral water plans and programmes within the national economic and social policy, are of paramount importance. Consideration of responsible use of water is central to addressing the United Nations Millennium Development Goals and eradicating poverty.

The natural water cycle is spatially and temporally complex, and yet fulfilling human needs requires a stable water supply. It is therefore essential to implement water resources development and management strategies which generally involve some form of engineering intervention. Pressures on water systems due to growth in population and economic development have made it imperative that the engineering analyses needed for water development projects

be more impartial and scientific based than in the past. A water management project may serve one or more of the following objectives:

- a) Municipal water supply;
- b) Irrigation;
- c) Industrial water supply;
- d) Groundwater management;
- e) Power generation;
- f) Flood management;
- g) Navigation;
- h) Recreation, aesthetics and tradition;
- i) Salinity and sediment control;
- j) Pollution abatement;
- k) Fish and wildlife conservation;
- l) Other environmental considerations.

Multi-purpose projects

With the increasing level of development and use of water resources throughout the world, it is becoming ever more important to plan projects that can serve a number of purposes simultaneously. For example, a planned storage reservoir may provide both water supply and flood control downstream. Hydrological data required for the design of a multipurpose project are basically an aggregate of the data required for the various single purposes involved. The methods of analysis, although similar to those applied in design of single-purpose projects, are more complex. A series of plans involving combinations of project sizes and methods of operation must be made to determine the optimum plan.

Project cycle

The project cycle is illustrated in Figure 2. The cycle starts with the identification process, in which the following questions should be answered:

- a) Is the project technically feasible?
- b) Will total benefits exceed costs?
- c) Are there better alternatives?
- d) Who benefits?
- e) Are social and environmental costs accepted?

Project preparation calls for a clear definition of project goals and objectives. Once they are defined, it is possible to identify relevant problems and feasible solutions. In addition, it is necessary to analyse pertinent data and information.

Before appreciable expenditure of time and money can be justified for the planning of a water management project, a preliminary investigation must be made of its feasibility, desirability, scope and its possible effect on those hydrological factors that influence the environment and the efficiency of other projects. Although the investigation has to be based on whatever material may be available, for example fragmentary hydrological records, old maps and reports, it must be carried out with great care because it is at this stage that conceptual planning decisions are often made and that important aspects and consequences of the project may become apparent. If the preliminary investigation indicates that the project potential is favorable, then more detailed studies would be initiated.

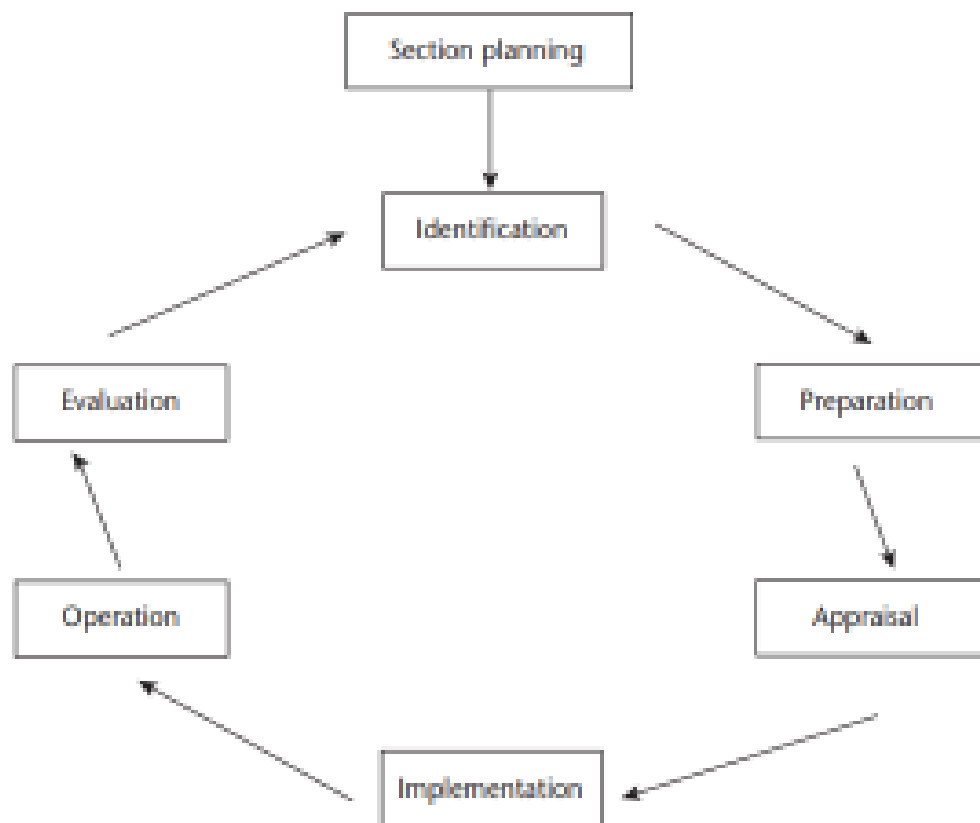


Figure 2 - Project cycle [5]

References:

1. Palmer W. 1965 Meteorological drought. US Weather Bureau Research Paper 45;
2. A simple method for water balance estimation based on the empirical method and remotely sensed evapotranspiration estimates. *Journal of Hydroinformatics* (2020) 22 (2): 440–451;
3. FAO (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56, Rome, Italy;
4. Gemitzi A. Ajami H. Richnow H. H. 2017 Developing empirical monthly groundwater recharge equations based on modeling and remote sensing data – modeling future groundwater recharge to predict potential climate change impacts. *Journal of Hydrology* 546, 1–13;
5. Boughton W. C. 1995 An Australian water balance model for semiarid watersheds. *Journal of Soil Water Conservation* 50 (5), 454–457.
6. Boughton W. C. 2004 The Australian water balance model. *Environmental Modelling and Software* 19 (10), 943–956.
7. Kim S., Vertessy R. A., Perraud J. M. & Sung Y. 2005 Integration and application of the rainfall runoff library. *Water Science and Technology* 52 (9), 275–282.
8. Hrachowitz M., Savenije H. H. G., Blöschl G., McDonnell J. J., Sivapalan M., Pomeroy J. W., Arheimer B., Blume T., Clark M. P., Ehret U., Fenicia F., Freer J. E., Gelfan A., Gupta H. V., Hughes D. A., Hut R. W., Montanari A., Pande S., Tetzlaff D., Troch P. A., Uhlenbrook S., Wagener T., Winsemius H. C., Woods R. A., Zehe E. & Cudennec C. 2013 A decade of predictions in ungauged basins (PUB) – a review. *Hydrological Sciences Journal* 58 (6), 1198–1255.

9. Behrangi A., Khakbaz B., Jaw T. C., AghaKouchak A., Hsu K. & Sorooshian S. 2011 Hydrologic evaluation of satellite precipitation products over a mid-size basin. *Journal of Hydrology* 397 (3–4), 225–237.

10. van Emmerik T., Mulder G., Eilander D., Piet M. & Savenije H. 2015 Predicting the ungauged basin: model validation and realism assessment. *Frontier in Earth Sciences* 3, Article 62.2015.

11. Guide to Hydrological Practices/Volume II: Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices/WMO-No. 168, 2009.