

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ

Кафедра геоэкологии и природопользования

Заведующий кафедрой

*д.б.н., доцент*

*А.В. Синдирева*

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

магистра

«ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
РЕКИ ХАЛЬМЕРЬЯХА И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ВОДНОГО СТОКА И  
КАЧЕСТВА ВОД»

05.04.06 Экология и природопользование

Профиль «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил работу  
Студент 2 курса  
очной формы обучения

Патршина  
Альфия  
Ривальевна

Научный руководитель  
Доцент, к.б.н.

Хорошавин  
Виталий  
Юрьевич

Рецензент  
Начальник ООС ЗПКТ ООО  
«Газпром переработка»

Брыков  
Александр  
Николаевич

г. Тюмень, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. МЕТОДИКА ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	5
1.1. История развития.....	5
1.2. Сущность ландшафтно-гидрологического метода .....	8
1.2.1. Ландшафтно-гидрологические системы .....	9
1.2.2. Стокоформирующие комплексы.....	12
1.3. Характеристика основных методов оценки .....	14
Вывод.....	17
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕКИ.....	18
2.1. Общая характеристика факторов формирования стока .....	18
2.2. Геологические и геокриологические условия .....	19
2.3. Климатические условия.....	21
2.4. Гидрографические условия .....	23
2.5. Почвенно-растительный покров .....	26
2.6. Характеристика ландшафтов .....	30
Выводы .....	31
ГЛАВА 3. ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ .....	33
3.1. Оценка состояния загрязнения территории .....	33
3.2. Влияние точечных и неточечных источников загрязнения на качество воды .....	34
3.3. Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Хальмерьяха .....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	50
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	52

## ВВЕДЕНИЕ

На формирование химического состава воды поверхностных водных объектов значительное влияние оказывает антропогенный фактор, что связано с интенсивным промышленным освоением территории ЯНАО. В настоящее время антропогенное воздействие на малые реки приводит к нарушению экологического равновесия. Техногенная деятельность в пределах водосборов рек непосредственно приводит к преобразованию гидрологических процессов. Основными источниками загрязнения вод являются: сброс неочищенных сточных вод, утечки нефти и нефтепродуктов. Необходимо учитывать то, что проблема загрязнения поверхностных водных объектов связана, как и с общей антропогенной нагрузкой, так и особенностями климатических условий, которые приводят к низкой способности самоочищения воды водных объектов. Гидрологический режим бассейна р. Пур изучен недостаточно. Гидрологические посты имеются только на крупных реках. Это и обуславливает необходимость изучения малых рек, т.к. антропогенное воздействие значительно влияет на их гидрологический режим.

**Научная новизна** заключается в том, что для изучения антропогенной трансформации качества и количества стока неизученных малых водосборов в условиях криолитозоны применен ландшафтно-гидрологический метод исследования. Для оценки качества вод были рассмотрены методы загрязнения вод от неточечных источников.

**Целью исследования** является оценка антропогенного влияния на количество и качество стока реки Хальмер-Яха, ЯНАО.

**Объектом исследования** является река Хальмерьяха, **предметом** – количество и качество водного стока реки.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить следующие **задачи**:

1. Изучить особенности природных условий в районе расположения объекта исследования;
2. Оценить количество и качество водного стока реки Хальмерьяха;

### 3. Изучить степень трансформации ландшафтно-гидрологических условий реки.

В данной работе был использован географо-гидрологический (ландшафтно-гидрологический) метод исследования, в основе которого лежит представление структуры речного водосбора как сочетания различных ландшафтов, характеризующимися однородными условиями стока, а именно стокоформирующими комплексами (СФК). Хозяйственная деятельность на водосборе изменяет его структуру, что приводит к новому сочетанию СФК, а следовательно, к изменению величины стока.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

- Количественная оценка трансформации стока реки Хальмерьяха под влиянием антропогенной деятельности;
- Ландшафтно-гидрологическое районирование водосбора реки Хальмерьяха;
- Влияние неточечных источников загрязнения оказывает негативное воздействие на качество водного стока.

# ГЛАВА 1. МЕТОДИКА ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

## 1.1. История развития

Изучение влияния различных факторов на формирование стока рек проходило в несколько этапов и основано на многолетнем опыте изучения гидрологических процессов и явлений. Идеи исследований формирования стока на ландшафтной основе изучены в работах Глушкова В.Г., Великанова М.А., Соколовского Д.Л., Субботина А.И., Солнцева Н.А., Мамай И.И., Маркуса Я.Л., Антипова А.Н., Антипова А.Н., Федорова С.Ф., Антипова А.Н., Корытного Л.М. [3], Минина Н.К., Булатова В.И., Буракова Д.А. (1968) и др.

В истории развития ландшафтно-гидрологического анализа выделяют три этапа: до конца 1950 гг., 1960-1970 гг. и современный этап [13].

Комплексный подход в изучении условий формирования стока реки впервые применил Глушков В.Г. в 1931-1933 гг. [9]. Но данный метод не нашел широкого применения в работах того времени и был заменен статическим гидрологическим подходом, позволяющим менее точно, но более оперативно получать результат.

Второй этап (1960-1970-е гг.) характеризуется комплексными экспериментальными работами на малых речных бассейнах, стоковых и водно-балансовых станциях, физико-географических и отраслевых стационарах. В этот период выделяют следующих авторов: Субботин А.И., Змиева Е.С. (изучение территории Подмосковья), Коронкевич Н.И. (изучение водного баланса и его антропогенные изменения), И.И. Мамай (ландшафтные исследования), Петров Г.Н. (ландшафтно-гидрологическое районирование территории Среднего Поволжья), Солнцева Н.А., Соседова И.С. (разработка методики ландшафтно-дифференцированного анализа водного баланса), Гаруман И.Н. (моделирование в гидрологии). Итогом данного периода исследований можно считать сборник «Ландшафт и воды», посвященный методике исследований и особенностям водного режима в различных физико-географических условиях и монографии Кузина П.С. и Бабкина В.И.

«Географические закономерности гидрологического режима рек» [12]. Львович М.И. занимался вопросами изучения водного баланса и вещественного состава вод СССР, изучения влияния антропогенного воздействия на водный баланс и на качество вод. Отличительными чертами этой географо-гидрологической школы были: повышенное внимание к методологии исследований, значительное место в которых отводится эксперименту; к генезису гидрологических процессов, их балансовой оценке; использование косвенных показателей гидрологических явлений и процессов, позволяющих заполнить «белые пятна» непосредственной гидрологической информации; широкий диапазон интересов – от изучения природных закономерностей формирования стока и водного баланса до выявления гидрологической роли различных видов хозяйственной деятельности, от гидрологической характеристики отдельных сельскохозяйственных угодий до крупных регионов и мира в целом, от водного баланса территории в далеком прошлом до его прогноза в будущем; конструктивизм исследований, завершающихся конкретными рекомендациями по рациональному использованию и охране водных ресурсов [16].

Отличительными чертами этой географо-гидрологической школы были: формирование методики исследований; изучение генезиса гидрологических процессов и их балансовой оценки; использование косвенных показателей гидрологических явлений и процессов; широкий диапазон интересов – от изучения природных закономерностей формирования стока и водного баланса до выявления гидрологической роли различных видов хозяйственной деятельности, от гидрологической характеристики отдельных сельскохозяйственных угодий до крупных регионов и мира в целом, от водного баланса территории в далёком прошлом до его прогнозов в будущем. Участниками данных исследований являются: Грин А.М., Дрейер Н.Н., Куприянова Е.И., Чернышев Е.П., Коронкевич Н.И., Куликов Ю.Н., Беляев А.В., Кук Ю.В., Карасик Г.Я. и др.

Результатом многолетних исследований стали: карты элементов водного баланса мира и СССР, а также балансовая оценка их водных ресурсов [14].

Третий, современный этап, отличается дальнейшим развитием географо-гидрологического направления. Особое внимание уделяют изучению малых водосборов, как начальных звеньев гидрологических сетей. На этом этапе работали: Антипов А.Н. (расчет водного баланса биогеоценозов бассейновых и долинных геосистем), Субботин А.И. (ландшафтное направление в гидрологии), Федоровский А.С. (выявление особенностей водных ресурсов для горных рек юга Дальнего Востока) и другие. Были проведены исследования конкретных районов СССР, выявлены закономерности влияния отдельных геосистем на гидрологический режим территории, а также произведена оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы [13].

В 1970-х – 1980-х гг. начала формироваться Сибирская школа ландшафтной гидрологии (Институт географии им. Сочавы В.Б. СО РАН). Лидерами сибирской школы стали выпускники кафедры гидрологии Санкт-Петербургского университета Антипов А.Н., и Коротный Л.М. Итоги первой школы и перспективы исследований были представлены в книге Антипова А.Н., Коротного Л.М. «Географические аспекты гидрологических исследований (на примере речных систем Южно-Минусинской котловины)» [13].

Исследования, начиная с тех лет и до настоящего времени, проводятся в нескольких направлениях. Теоретические исследования: ландшафтно-гидрологический анализ условий формирования водных ресурсов и оценки их состояния, бассейновая концепция, моделирование, геоэкологический анализ пространственно-временной организации тепла и влаги, опасные гидрологические процессы. Экспериментальные и индикационные исследования: экспериментальные работы в малых речных бассейнах, индикационные аспекты, гидрологическое картографирование. Прикладные

гидрологические работы: бассейновый менеджмент, водоохранное зонирование, ландшафтно-гидрологический мониторинг [13].

На территории Западной Сибири данным направлениям занимались Калинин В.М., Романова И.М., Антипов А.Н., Корытный Л.М. Особое внимание уделяется малым рекам юга Тюменской области и антропогенному влиянию на них.

## **1.2. Сущность ландшафтно-гидрологического метода**

Ландшафтно-гидрологический метод объединяет приемы и методы выявления пространственно локализованных взаимосвязей между гидрологическими процессами и явлениями, природными компонентами и структурами [4].

Задачей ландшафтно-гидрологического подхода является определение ряда стоковых характеристик и типовых диапазонов слоев и коэффициентов стока, присущих природному объекту, а также выявление реакции ландшафтного комплекса на внешние природные и антропогенные воздействия [4].

Существуют несколько подходов ландшафтно-гидрологического анализа, опирающиеся на эмпирические и индикационные методы. Первый подход основывается на экспериментальных данных. В этом случае ландшафты обеспечиваются соответствующими изменениями элементов водного баланса и устанавливаются связи между полученными величинами и природными факторами.

Второй подход основывается на методах гидрологической индикации и типологии, где рассчитывается речной сток в замыкающем створе бассейна, а также стокоформирование в отдельных элементах комплексной дифференциации водосбора.

Одним из важнейших вопросов ландшафтно-гидрологического анализа является определение объектов такой комплексной работы, где характер взаимосвязи процессов и структур пространственно локализован и отвечает



представлениям о системности. Соотношения водно-балансовых элементов на двух сопряженных участках будут существенно различаться и определяться своим набором географических факторов.

### **1.2.1. Ландшафтно-гидрологические системы**

Отсутствие соответствия ареалов комплексной географической и гидрологической дифференциации привело к необходимости выделения иерархии новых систем, которые отличаются от принятых в географии и гидрологии. Ландшафтно-гидрологические системы служат элементами гидрологической организации. Антипов в своей работе определяет ландшафтно-гидрологические системы (далее ЛГС), как «часть земной поверхности, где взаимодействие гидрологических процессов и природных структур обладает локализовано специфическими закономерностями». Как правило, каждому пространственному уровню ЛГС свойствен определен набор факторов и определенная специфика закономерностей см. таблица 1.1.

ЛГС обладают таким системным свойством, как пространственная иерархия, которая предопределена спецификой закономерностей взаимодействия процессов и структур каждого уровня и типа объектов. Узловой элемент иерархии – это индивидуальная система региональной размерности, отражающая модификацию зонального типа ландшафтно-гидрологических закономерностей, определенных пространственно-временным наложением климатического фона и крупных орографических элементов рельефа.

Элементарная ЛГС совпадает с элементом геосистемной иерархии – фацией – которая также характеризуется однородностью гидрологических процессов.

Таблица 1.1

Пространственная иерархия природных систем разного типа Антипова  
А.Н.

Пространственная размерность	Порядок речного бассейна	Площадная размерность, тыс. км	Геосистема	Ландшафтно- гидрологическая система
Планетарный	VII-IX	>300	Пояс	Ландшафтно- гидрологический субконтинент
			Субконтинент	Ландшафтно- гидрологическая зона
Региональный	VI-VII	10-300	Область	Ландшафтно- гидрологическая провинция
			Природная зона	Ландшафтно- гидрологический район
			Подзона	Ландшафтно- гидрологический подрайон
			Провинция	Ландшафтно- гидрологическая местность
	V-VI	2-10	Ландшафт	Ландшафтно- гидрологический участок
			Район	Ландшафтно- гидрологический
Топологический	III-V	0,4-2	Местность	Ландшафтно- гидрологический участок
			Урочище	Ландшафтно- гидрологическая местность
				Фация
	I-III	<0,4		Ландшафтно- гидрологический подрайон
				Ландшафтно- гидрологическая местность

				элементарный участок
--	--	--	--	-------------------------

Основные единицы иерархии ландшафтно-гидрологических систем включают:

- Ландшафтно-гидрологический участок (далее ЛГУ). Выделяется в пространстве по признакам внутренней однородности гидрологических взаимосвязей и однонаправленности специфических гидрологических процессов. Пространственная размерность ЛГУ соответствует очень малому речному бассейну (например, соответствует рекам первого порядка - самым малым, без приточным, с площадью водосбора от 2-10 до 50 км<sup>2</sup>).

- Ландшафтно-гидрологический район (ЛГР) – это индивидуальная единица субрегиональной размерности (соответствующая по пространственной размерности ландшафту или речному бассейну II-III порядков), отражающая однотипный характер взаимодействия гравитационных вод и литогенной основы. Однообразие форм рельефа в сочетании с закономерным сопряжением различных по дренированности участков определяет преобладание одного типа гидрологического объекта (например, озер, болотных массивов, бессточных областей, речных водосборов, пойменных территорий). ЛГР представляет собой генетическое единство разнокачественных ландшафтно-гидрологических участков.

- Ландшафтно-гидрологическая провинция (ЛГП) – индивидуальная система региональной размерности, отражающая модификацию зонального типа ландшафтно-гидрологических закономерностей, определенных пространственно-временным наложением климатического фона и крупных орографических элементов рельефа. Для ЛГП характерно преобладание единого гидрологического процесса.

- Ландшафтно-гидрологические зоны отражают определенные закономерности гидрологических процессов, обусловленные

циркуляционными процессами и геоморфологической спецификой морфоструктурного уровня.

- Одной из высших ступеней иерархии является ландшафтно-гидрологический субконтинент (ЛГС), который соответствует физико-географическому поясу или континенту и речным бассейнам VII-IX порядка. ЛГС – это природная система планетарного ранга, где фоновым являются проявления общепланетарной географической зональности и глобальной атмосферной циркуляции, а вторичным все проявления местных и региональных процессов.

### **1.2.2. Стокоформирующие комплексы**

Дифференцирование и интеграция ландшафтов как стокоформирующих комплексов возможна «в пределах фиксированных границ при условии, что в этих границах действует специфический механизм стокоформирования» [4].

Антиповым А.Н. и Корытным разработано представление о ландшафтно-гидрологических системах (ЛГС), которые могут быть трансформированы в более частные варианты пространственной организации – стокоформирующие комплексы, под которыми понимается часть земной поверхности, где взаимодействия гидрологических процессов и природных структур обладают локализовано специфическими закономерностями [3].

В границах речных бассейнов выделяются структуры, для которых возможен прогноз изменений стока в различные гидрологические фазы под влиянием естественных природных факторов, а также антропогенных воздействий.

Важным свойством СФК как системы, является его устойчивость к внешним воздействиям. Для изучения ландшафтно-гидрологических систем необходима оценка обстоятельств, при которых нормальное взаимодействие компонентов будет нарушено и, соответственно, исчерпается ресурс устойчивости системы. В основе функционирования системы лежат потоки вещества и энергии между ее составляющими. Например, существование

водосбора подразумевает: функционирование водных объектов; биоты; геоморфологические факторы, климатические геохимические и биохимические процессы; климатические явления. Сложные сочетания этих и других компонентов образуют все разнообразие природных комплексов, находящихся в состоянии динамического равновесия вещественно-энергетического обмена. Естественное или техногенное изменение одной из составляющих комплекса влечет за собой цепную реакцию изменения всех возможных взаимосвязей и динамическое равновесие в результате саморегуляции устанавливается при иной структуре баланса вещественно-энергетических потоков [13]. При этом весь природный комплекс может существенно трансформироваться.

Таким образом, главным критерием выделения СФК является однородность физико-географических условий и процессов. Антипиным А.Н. предложено три уровня организации гидрологических систем: микро-, мезо-, макро-, имеющих аналогию в таксономическом подразделении геосистем Сочавы В.Б. (1978) с порядком размерности не выше регионального (Таблица 1.2).

Таблица 1.2

Краткая характеристика СФК разного уровня организации

Уровни организации гидрологических систем	Характеристика
Микроуровень	Климатический фон однороден на равнинных бассейнах или с устойчивыми градиентами тепла и влаги в пределах одного макросклона. СФК сменяются при разных режимах увлажнения.
Мезоуровень	Характеризуется значительной пространственной дифференциацией увлажнения, что определяет формирование разных по климатическим условиям ЛГС, различных по

	растительности. Возрастает значение почвенной и подземной составляющих речного стока, что ведет к усилению взаимодействия поверхностных и подземных вод в пределах ЛГС с характерным механизмом фильтрации.
Макроуровень	Отличается снижением вариаций сезонного и многолетнего стоков. Выделение стокоформирующих поверхностей связано с климатическим фоном, выраженность черт зональности в распределении воднобалансовых характеристик, осредненных за длительные интервалы времени.

### 1.3. Характеристика основных методов оценки

В результате влияния техногенного воздействия на территорию изменяется и естественный водный баланс бассейнов рек. Методы расчета водного баланса основаны на изучении процессов, которые происходят на водосборах, а также на их отдельных участках, где существуют антропогенные изменения элементов гидрологического цикла. Элементы водного баланса рассматриваются в естественных и нарушенных условиях.

Водно-балансовый подход осуществляется посредством использования уравнений водного баланса речного бассейна в зависимости от характера антропогенного воздействия для выявления влияния хозяйственной деятельности на речной сток

Оценка измерения стока заключается в определении изменений запасов воды в бассейне и суммарного испарения с его поверхности. Для оценки антропогенного влияния на речной сток используется уравнение:

$$\Delta Q_{\text{хоз}} = \Delta S + \Delta E, \quad (1)$$

где  $\Delta Q_{\text{хоз}}$  – изменение стока под влиянием хозяйственной деятельности;  $\Delta S$  – изменение запасов воды в бассейне;  $\Delta E$  – изменение испарения.

Основная задача, при оценке изменения запасов воды и испарения заключается в сравнительном анализе величин в уравнении водного баланса всего водосбора или его отдельных участков в естественном и нарушенном состоянии.

Для прогнозирования речного стока, который соответствует какому-либо уровню хозяйственного освоения водосбора, Евстигнеевым В.М. было предложено уравнение:

$$Q_{\text{прог}} = Q_{\text{ест}} + \Delta Q_{\text{вод}} + Q_{\text{ор}} + \Delta Q_{\text{пер}} + \Delta Q_{\text{пр.к.}} + \Delta Q_{\text{б}} + \Delta Q_{\text{л}} + \Delta Q_{\text{агр}}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{прог}}$  – прогнозируемый сток;  $Q_{\text{ест}}$  – естественный сток в замыкающем створе;

$\Delta Q_{\text{вод}}$ ,  $Q_{\text{ор}}$ ,  $\Delta Q_{\text{пер}}$ ,  $\Delta Q_{\text{пр.к.}}$ ,  $\Delta Q_{\text{б}}$ ,  $\Delta Q_{\text{л}}$ ,  $\Delta Q_{\text{агр}}$  – прогнозные значения изменений стока под влиянием отдельных факторов хозяйственной деятельности при заданном уровне их развития (водохранилищ, орошения, перебросок, промышленно-коммунального и сельскохозяйственного водопотребления, осушения болот и заболоченных земель, вырубок леса и лесовосстановления, агролесомелиоративных мероприятий).

Прогноз изменения водосборной площади заключается в оценке возможных изменений составляющих водного баланса водосбора. Для оценки стока используют уравнение:

$$\Delta Q_{\text{хоз}} = Q_{\text{прог}} - Q_{\text{ест}} \quad (3)$$

Водно-балансовый метод наиболее подробно используют для оценки влияния хозяйственной деятельности в рамках ландшафтно-гидрологического метода. Основная идея метода применительно к данной задаче заключается в определении водно-балансовых характеристик таких как осадки, испарение, поверхностного, почвенного и грунтового стока, уровня грунтовых вод, влагозапасы в почве, твердого стока и стока растворенных веществ

Одной из определенных схем расчета в рамках географо-гидрологического метода является схема, предложенная Львовичем М.И. Уравнение данного метода выглядит следующим образом:

$$R_{\text{изм}} = S_r + \frac{f_n S_n + f_3 S_3 + f_n S_n + f_n (Z - S_0)}{F - f_2} V + U_0 + K_u \Delta W \quad (4)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – суммарный измененный речной сток;  $S_r$  – неизменный сток с гидрографической сетью;  $S_n$  – сток оставшийся без изменений на площади  $f_n$  не охваченный мероприятиями земледелия;  $S_z$  – сток, измененный под влиянием земледелия на площади  $f_z$ ;  $S_{\text{п}}$  – сток, измененный другими хозяйственными мероприятиями на площади  $f_{\text{п}}$ ;  $Z$  – количество воды, задерживаемой лесными полосами на площади  $f_{\text{л}}$ ;  $S_o$  – поверхностный сток, не измененный хозяйственной деятельностью;  $V$  – количество воды, задержанной в прудах;  $F$  – площадь водосбора;  $U_o$  – неизменный подземный сток;  $K_{\text{ц}}$  – коэффициент питания подземными водами;  $\Delta W$  – изменение валового увлажнения территории [13].

При ландшафтно-гидрологическом анализе территории оценивается взаимосвязь между природными факторами и гидрологическими процессами и в результате можно получить их пространственное описание. Особенность применения ландшафтно-гидрологического метода является возможность изучения условий формирования стока вод в пределах различных частей водосбора реки, а также для расчета стока при недостатке или отсутствии данных гидрологических наблюдений.

В рамках ландшафтно-гидрологического анализа для расчета водного стока используются методы водного баланса. Наиболее полная схема оценки стока для исследуемого района предложена Калининым В.А., Лариным С.И., Романовой И.М. в работе «Малые реки в условиях антропогенного воздействия», которая учитывает степень заозеренности, заболоченности территории, а также при отсутствии фактических гидрометеорологических данных. Схема основана на концепции выделения стокоформирующих комплексов. [13].

СФК выделяются при проведении ландшафтно-гидрологического анализа, посредством составления и последующего анализа нескольких тематических карт, а именно карты уклонов местности, карты угодий (землепользования) и почвенной карты. Методика составления карт и



ландшафтно-гидрологического анализа в целом подробно приведена в работах Калинина В.М. [12].

Основными величинами в данной расчетной схеме выступают коэффициенты весеннего стока, которые вычисляются отдельно для дренированных и гидроморфных СФК по зависимостям:

Для дренированных СФК:

$$\eta_c = \frac{a}{\sqrt[3]{1 + \left(b \frac{W_{cp} - MГ}{ПВ - MГ}\right) - 3m}}, \quad (5)$$

Для заболоченных СФК:

$$\eta_b = \frac{a - \eta_c}{\sqrt[3]{1 + \left(3,7 \frac{h}{h_{кр}}\right) - 5}}, \quad (6)$$

где  $\eta_c$ ,  $\eta_b$  - коэффициенты стока с дренированных и заболоченных СФК соответственно;  $a$  - параметр, характеризующий поверхностную емкость водосбора;  $m, b$  - параметры, зависящие от глубины промерзания и коэффициента фильтрации почвы;  $W_{cp}$  - средняя за период снеготаяния влажность активного слоя почвы;  $ПВ$ ,  $MГ$  - полная влагоемкость и гигроскопичность того же слоя;  $h$  - средний уровень грунтовых вод (УГВ) за период весеннего стока, м;  $h_{кр}$  - критический УГВ, при котором прекращается их влияние на влагозапасы активного слоя почвы, м.

## Вывод

В качестве теоретической основы исследовательской работы был использован метод ландшафтно-гидрологического анализа для оценки трансформации водосбора в условиях освоения месторождений предложенная Калининым В.М.

## **ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕКИ**

Река Хальмерьяха расположена на территории центральной части севера Западно-Сибирской равнины в подзоне северной тайги и относится к таежной зоне, Урало-Енисейской таежной области, Обь-Тазовской подобласти, Надым-Пурской южной провинции [1]. Исследуемый объект относится к Нижнеобскому бассейновому округу, речному бассейну реки Пур. Устье реки Хальмерьяха находится в 90 км по правому берегу реки Седэ-Яха. Длина реки составляет 24 км.

### **2.1. Общая характеристика факторов формирования стока**

Речной сток формируется в результате воздействия различных физико-географических факторов. Основным фактором, определяющего сток и его распределение является климат (осадки и испарение, температура, влажность и давление воздуха, ветер) [10]. Кроме того, речной сток формируется в результате воздействия рельефа и геологического строения бассейна, растительного и почвенного покрова, заболоченности, наличия вечной мерзлоты и других. Все эти факторы находятся в постоянном взаимодействии.

Существует несколько классификаций физико-географических факторов формирования речного стока. Согласно классификации М.И. Львовича, выделяют две ключевые группы – важные и второстепенные воздействия.

Действие различных природных факторов проявляется по-разному. Одни из них способствуют стеканию атмосферных осадков по земной поверхности, другие замедляют сток или исключают возможность его образования [11].

Сток объекта исследования образуется в результате таяния снега. А именно, часть воды, поступившего на подстилающую поверхность заполняет отрицательные формы микрорельефа.

## 2.2. Геологические и геокриологические условия

Бассейн реки Пур относится к области плоских морских средне-верхне-плейстоценовых равнин. Геологическое строение области представлено юрскими, меловыми, палеогеновыми и четвертичными морскими отложениями. Морские образования перекрывают почти сплошным чехлом более древние. В бассейне р. Пур верхнемеловые отложения представлены кварцевыми песками и каолиновыми глинами. Палеогеновые образования в виде слоистой толщи, в составе которой преобладают мелкозернистые пестроцветные пески, выходят на дневную поверхность на побережье Тазовской губы. Плотные серые опоки, относящиеся к нижним горизонтам палеогена, встречаются по левым притокам р. Пур, на междуречье рек Таб-Яха и Хадуттэ. Широко распространенные четвертичные отложения в большей своей части представлены морскими, ледниково-морскими и водно-ледниковыми образованиями.

Большинство отложений представлены характерным преобладанием частиц пылевой фракции (0,05-0,001 мм), содержание которых колеблется от 52 до 74%, количество частиц менее 0,001мм изменяется в пределах 19-45%.

Наличие многолетнемерзлых пород песчано-глинистого состава обусловило широкое распространение на этой территории современных геокриогенных процессов. К таким процессам относятся: сезонное промерзание-оттаивание грунтов, морозобойное растрескивание, криогенное пучение (сезонное и многолетнее), термокарст, термоэрозия, термосуффозия и солифлюкация. Помимо геокриогенных процессов действуют и другие экзогенные процессы такие как, русловая эрозия, речная и озерная аккумуляция, дефляция и заболачивание. Для этой территории характерно комплексное развитие разных по характеру действия процессов в пределах небольших по площади участков. Например, на одном и том же участке могут одновременно действовать процессы, связанные с образованием льда в грунтах, а также процессы, связанные с его разрушением.

Район объекта исследования расположен в области сплошного распространения многолетнемерзлых пород (далее ММП). Они встречаются на всех геоморфологических уровнях, как в субэзральных, так и в субквальных условиях. Несквозные талики занимают менее 3% площади территории.

В субэзральных условиях, на поймах наиболее крупных рек, талики приурочены к прирусловым валам, сложенным песчаными грунтами, с зарослями ольхи и ивняка высотой до 1,5-2,5 м. Мощность таликов здесь достигает 4-5 м. В долинах мелких водотоков несквозные талики приурочены к тыловым слабодренированным участкам с зарослями ивняка высотой до 1,5 м, а также в закустаренных днищах узких глубоких оврагов. Здесь мощность таликов достигает 8-10 м. Кроме того, несквозные талики мощностью до 3-4 м зафиксированы в прибортовых частях хасыреев, поросших густыми зарослями ивняка и ольхи высотой до 2,0 м.

В субквальных условиях талики (сквозные и несквозные) могут быть встречены в водоёмах глубиной не менее 1,5 (небольшие водоёмы со снежным покровом) и глубиной более 2 м (обширные водоёмы без снежного покрова). Сквозные талики возможны под наиболее крупными озёрами (при их диаметре более 1 км). Мощность ММП на водораздельных поверхностях составляет более 300 м.

В пределах молодых, вновь образованных и интенсивно промерзающих с поверхности хасыреев, в ряде случаев отмечается двухслойное с поверхности строение ММП. Верхний сильноталый слой мерзлых пород, мощностью до 5-7 м подстилается горизонтом талых пород, а с глубины 9-10 м вновь залегают монолитные ММП.

Преобладающая по площади часть данной территории характеризуется относительно однородными снеговыми температурами пород: от минус 1,5 до минус 5<sup>0</sup>С. ММП с температурой выше минус 1,5<sup>0</sup>С встречаются на локальных участках (заросли кустарника в долинах мелких водотоков, хасыреев, поймах

рек, на склонах) и не определяют мерзлотные условия данной территории в целом.

На территории исследования, практически повсеместно развит слой сезонного протаивания пород (далее СТС). Слой сезонного промерзания пород отмечается лишь на отдельных локальных участках, мощность которых не превышает 1% данной территории. Мощность СТС изменяется в достаточно широких пределах – от 0,3-0,6 до 2,0м и в зависимости от состава и влажности пород, характера растительного покрова и других факторов, определяющих уровень теплообмена пород с атмосферой.

Для минеральных и торфяно-минеральных тундровых участков плоских междуречий, их склонов, не равномерно дренированных участков пойм, долин мелких водотоков и хасыреев характерны величины мощности СТС, равные 0,5-1,2 м.

Градации глубины СТС 0,8-1,5 м характерны для выпуклых дренированных водоразделов и прибровочных частей крутых склонов, а также в супесчано-суглинистых грунтах долин мелких водотоков.

### 2.3. Климатические условия

Климат района – субарктический с продолжительной суровой зимой и достаточно прохладным коротким летом. По его равнинной территории свободно передвигаются воздушные массы как сухие и холодные с севера, так и влажные западные. Это приводит к резким перепадам температуры, годовая амплитуда колебаний которой составляет 95 градусов по шкале Цельсия.

Температурный режим отличается большим диапазоном колебания. В таблице 2.1 приведены средние месячные температуры воздуха.

Таблица 2.1

Средняя месячная температура воздуха

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T °C.	- 26,4	- 26,4	- 19,2	- 10,3	-2,6	8,4	15,4	11,3	5,2	-6,3	- 18,2	- 24,0

Среднегодовая температура воздуха составляет  $-7,8^{\circ}\text{C}$ ; абсолютная минимальная температура воздуха составляет  $-56^{\circ}\text{C}$ ; абсолютная максимальная температура воздуха может достигать  $34^{\circ}\text{C}$ .

Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 98% составляет  $-53^{\circ}\text{C}$ , обеспеченностью 92% составляет  $-50^{\circ}\text{C}$ ; температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 98% составляет  $-49^{\circ}\text{C}$ , обеспеченностью 92%  $-46^{\circ}\text{C}$ . Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца составляет  $9,9^{\circ}\text{C}$ .

Режим ветра в течение всего года складывается в зависимости от циркуляционных факторов и местных условий. На направление ветра в отдельных пунктах существенное влияние оказывают местные условия: неровности рельефа, направление долин рек, различные препятствия. В соответствии с распределением суши и водной поверхности в годовом ходе режима ветра отчетливо проявляется муссоно-образный характер с преобладанием зимой южной составляющей, а летом северной.

На всей территории зимой господствуют юго-восточные и юго-западные ветра, летом преобладают ветра северные и северной составляющей. В таблице 2.2 приведены повторяемость направлений ветра и штиля.

Таблица 2.2

Повторяемость направлений ветра и штиль, %.

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	6	3	9	23	22	25	8	4	20
Июль	25	20	10	7	6	8	8	16	16
Средне годовая	14	7	8	10	18	13	15	14	14

В формировании режима увлажнения решающая роль принадлежит атмосферным осадкам. Количество осадков за период с ноября по март составляет 117мм, за период с апреля по октябрь – 397мм. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца составляет 78%, наиболее теплого -69%.

Годовой ход повторяемости приземных инверсий в данном районе составляет 45%. В годовом ходе приземных инверсий четко проявляется зимний максимум. В данном районе средняя мощность приземных инверсий находится в пределах 0,6-0,65 км при интенсивности 5,0<sup>0</sup>С. Приподнятые инверсии с высокой нижней границы менее 0,25 км наблюдается в 7%, с нижней границы менее 0,50 км – 16%, зимой до 25% случаев.

Продолжительность инверсий в зимнее время может составлять 24 часа. При установлении сибирского антициклона инверсионная распределение температуры в приземном слое может сохраняться в течении нескольких дней, что случается чаще всего в январе-феврале. В другие зимние месяцы инверсии сохраняются до 12-13 часов. В переходные периоды инверсии разрушаются до 11-12 часов.

Аллювиально-озерные и собственно-озерные отложения развиты в пределах крупных древних и современных дренировавшихся озерных котловин (хасыреев) и являются донными осадками современных озер.

Современные биогенные отложения распространены достаточно хорошо слагая массивы торфяников на водоразделах, в тыловых частях пойм, в днищах хасыреев и в долинах мелких водотоках. Они представлены слабо и среднеразложившимися торфом осоковым, осоково-пушицевым, моховыми или смешанным составом. Часто в нижних горизонтах торфяников встречаются неразложившиеся древесные остатки. Мощность торфа меняется от 0,2 до 1,5-2м, реже более и в целом увеличивается от водоразделов к долинам рек.

#### **2.4. Гидрографические условия**

В гидрографическом отношении территория относится к бассейну Карского моря. Главный водораздел в пределах месторождения проходит в меридиональном направлении. В целом, гидрографическая сеть очень развита и состоит из малых рек, замкнутых и проточных озер, болот. Характерно

отсутствие стока в зимний период. В зависимости от крупности водотока и водности года сток может наблюдаться 3,5-5 месяцев в году.

По типу питания и режиму реки района относятся к рекам с весенне-летним половодьем и паводками в период летне-осенней межени.

Наличие в районе вечной мерзлоты и влагонепроницаемых грунтов обуславливают большую заболоченность и своеобразный режим водотоков, главной особенностью которых является сезонность стока, крайне неравномерное его распределение в году, почти полное отсутствие стока в зимний период. Максимальный сток водотоков формируется за счет весеннего снеготаяния. Многолетняя норма максимального слоя стока составляет 150-180 мм. В период весеннего половодья по руслам рек и ручьев стекает около 70% годового объема стока. Средний срок весеннего половодья с 10 мая по 10 июня. Продолжительность весеннего половодья зависит от интенсивности снеготаяния и, в среднем, составляет 40-50 дней на средних реках и 20-30 дней — на малых реках и ручьях. Наиболее выраженная фаза половодья имеет длительность не более 20 дней на средних реках и не более 10 дней на ручьях. Гидрограф весеннего стока на ручьях имеет пилообразную форму. Пики подъемов на графике соответствуют суточным максимумам, а ветви спадов — снижению стока при ночных понижениях температуры воздуха. Высота подъема уровня воды на малых реках и в ручьях при весеннем половодье достигает 1-3 м. После спада половодья ручьи и реки питаются за счет дождей и оттаивающих болот, аккумулирующих влагу в дождливый осенний период. В летнюю межень расходы воды в ручьях снижаются до минимальных значений и составляют несколько метров в секунду, но полного прекращения стока при этом не наблюдается. Маловодный меженный режим водотоков часто нарушается дождевыми наводками, частота и продолжительность которых увеличивается в осенний период. С 10 октября, после понижения температуры воздуха к отрицательным значениям и постепенным промерзаниям верхнего слоя почвы и болот, сток на всех ручьях убывает и затем прекращается вовсе.



На малых реках сток в ничтожно малых значениях еще может сохраняться до середины зимы, но затем также прекращается. Ледостав на реках устанавливается с 13 по 25 октября, продолжительность его, в среднем, составляет 220-240 дней. Максимальной толщины лед достигает в апреле. В ручьях, узкие русла которых заносятся толстым слоем снега, толщина льда не превышает 60-80 см. В некоторых глубоких русловых впадинах на малых реках и ручьях стоячая вода сохраняется круглый год под ледяным покровом. Мелководные же перекаты промерзают до контакта с многолетнемерзлыми грунтами. Русла мелких водотоков, пролегающие в торфянистых грунтах, умеренно извилистые, имеют сравнительно крутые продольные уклоны. Русловые берега этих водотоков низкие, задернованные, местами заболоченные, пойменные. Ширина русла колеблется от 1 м на крутых, зачастую уступообразных перекатных участках, до 10 м на глубоких плесовых впадинах. Глубина водотоков, соответственно, изменяется по шине от 0,5 до 3 м. На плесовых или заболоченных участках в межень скорость течения воды едва прослеживается, а в паводки составляет 0,5-0,8 м/с.

Дно и берега ручьев сложены преимущественно торфянистыми суглинистыми грунтами и поэтому размыву не подвержены. В долинах рек и их наиболее крупных притоков действуют процессы русловой эрозии и аккумуляции. Русловая эрозия подразделяется на глубинную и боковую. Все вышеперечисленные реки относятся к равнинным и обладают незначительными скоростями течения до 0,5 м/с. В силу этого обстоятельства процесс глубинной эрозии на этих реках выражен более слабо, чем боковая эрозия берегов русловыми потоками. Небольшие уклоны поверхности определяют значительное меандрирование русел рек рассматриваемой территории. В пределах крутых излучин русел рек наблюдается интенсивный размыв коренных и пойменных берегов. Скорость разрушения берегов за счет боковой эрозии рек составляет в среднем 1-3 м/год, но может достигать в отдельные годы 5—6 м/год и более. Продукты разрушения на этих реках транспортируются водным потоком на незначительное расстояние.

Чаще всего грунтовые частицы откладываются потоком на ближайшей отмели. Процесс аккумуляции протекает непрерывно в течение всего теплого периода и в результате его действия вдоль русел рек формируются обширные песчаные косы и валы. Еще одной особенностью рек этого района, указывающей на интенсивность процесса аккумуляции, являются широкие подводные отмели, которые очень часто соединяют оба берега реки Глубина русла на таких участках, как правило, не превышает 1 м.

Процесс дефляции песчаных грунтов действует, в основном, в пределах пляжной полосы вдоль русел рек. Эродирующему воздействию ветра подвергается только самый верхний слой песка мощностью несколько сантиметров. В результате ветровой эрозии на поверхности образуются слабо выраженные знаки ряби.

## **2.5. Почвенно-растительный покров**

В соответствии с почвенно-географическим районированием территория, на которой расположены проектируемые объекты, относится к северной части Западно-Сибирской провинции глеево-слабоподзолистых и подзолистых и иллювиальных гумусовых почв южной части субарктической области бореального пояса.

Наиболее характерной особенностью почвенного покрова данной территории является очень высокая комплексность. Даже на близких расстояниях отмечается частая смена почвенных разностей в связи с большим разнообразием форм мезо-, микро- и нанорельефа, условий увлажнения грунтов. Комплексность наилучшим образом выражена на суглинистых отложениях и значительно хуже на песчаных.

При ухудшении условий дренированности на слабонаклонных и пологоволнистых поверхностях в структуре почвенного покрова начинают доминировать тундровые почвы с выраженными торфянистым и глеевым горизонтами. Так под бугристо-западинными тундрами формируются, как

правило, тундровые торфяно-глеевые, тундровые торфяно-перегнойно-глеевые с болотными торфянисто-глеевыми по западинам.

Под пятнисто-полигональными тундрами распространены тундровые торфянисто-глеевые, перегнойно-глеевые и примитивные почвы пятен.

В наиболее дренированных местоположения с лишайниковыми, кустарничково-лишайниковыми и лишайниково-моховыми тундрами формируются тундровые иллювиально-гумусовые, тундровые бурые глееватые типы почв и в пределах лишайниковых тундр также широко распространены и примитивные почвы пятен.

Структура почвенного покрова торфяников представлена торфяными и торфяно- (торфянисто-) глеевыми в комплексе с болотными торфяно- (торфянисто-) глеевыми мерзлотными почвами. В целом, болотные сообщества характеризуются небольшой комплексностью почвенного покрова. Доминирующими подтипами почв здесь являются болотные торфяные мерзлотные и болотные торфяно-глеевые мерзлотные.

Структура почвенного покрова долин малых рек и ручьев существенно отличается от структуры почвенного покрова средних рек.

На прирусловых участках рек образуются аллювиальные слоистые примитивные почвы, а также различные варианты собственно дерновых и аллювиально-дерновых почв. В долинах малых рек структура почвенного покрова формируется за счет тундровых торфяно-глеевых и дерновых глеевых почв. В логах и ложбинах стока на торфах развиваются торфяные и болотные торфяно-глеевые мерзлотные почвы; на супесях, песках и суглинках - тундровые глеевые и перегнойно-глеевые иллювиально-гумусовые.

В пределах песчаных массивов с несомкнутыми растительными группировками распространены дефлированные и примитивные песчаные почвы.

При техногенной нагрузке на ландшафты, которая главным образом связана с прокладкой трубопроводов, происходит нарушение верхних горизонтов почв. В результате формируются редуцированные модификации

естественных почв - почвы с отсутствием верхних горизонтов или их частичным перемешиванием.

На территории исследования возможно прорастание кастиллеи арктической (*Castilleja arctica*), включенной в список особо охраняемых видов растений в России и в ЯНАО, статус «Редкий вид. Эндемик Западно-Сибирской Арктики и запада Полярного Урала».

По геоботаническому районированию данная территория находится в пределах подзоны южных кустарниковых тундр. Тундровые сообщества занимают около трети территории, при этом наиболее распространенными типами растительных сообществ являются: тундры мелкобугристые кустарничково-лишайниково-моховые в комплексе с кочкарными кустарничково-травяно-моховыми тундрами; тундры бугристо-западинные осоково-кустарничково-лишайниково-моховые в комплексе с травяно-моховыми болотами, с участием заболоченных ерников и ивняков.

Занимают данные типы сообществ, как правило, плоские и слабоволнистые участки междуречных пространств. Мелкобугристые тундры в комплексе с кочкарными представляют собой чередование более сухих бугорков и влажных понижений между ними. На бугорках растут зеленые мхи, лишайники, багульник и голубика, по понижениям пушица, осока, сфагновые и зеленые мхи из кустарничков морошка, андромеда, кассандра. В бугристо-западинных тундрах бугры торфяные слабокочковатые, высотой до 0,5 м, западины небольшие по площади, плоские на дне которых часто можно наблюдать небольшие озерки. Торфяные бугры занимают кустарничково-лишайниково-моховые сообщества, причем участие лишайников возрастает в центральных частях бугров. Западины, как правило, заняты влаголюбивыми растительными группировками: травяно-моховые болота или заболоченные ерники и ивняки.

Бугорковатые кустарничковые лишайниково-зеленомошные в комплексе с кустарничково-осоково-моховыми тундрами, с ерниками и

ивняками занимают 4,9% общей площади. Этот тип тундр представляет собой начальную стадию образования бугристо-заладинных тундровых сообществ.

Около 6,4% площади территории занимают полигональные и пятнисто-полигональные тундры. Полигональные кустарничково-лишайниковые и лишайником-моховые тундры в сочетании с осоково-моховыми сообществами по трещинам занимают относительно дренированные водораздельные пространства. В напочвенном покрове полигональных тундр среди кустистых лишайников увеличивается доля цетрарий, зеленые мхи сосредоточены по трещинам, образующие полигоны. Из кустарничков здесь встречаются багульник, голубика, шикша, по трещинам морошка.

Пятнисто-полигональные кустарничково-травяно-моховые тундры с участием зеленомошно-сфагновых ерников занимают более низкие слабодренированные формы рельефа.

В напочвенном покрове пятнисто-полигональных тундр лишайники практически исчезают и встречаются небольшими пятнами по полигонам, где существенно увеличивается доля зеленых мхов и осок.

Хорошо дренированные тундры представляют собой небольшие контура, как правило, округлой формы, занимая выпуклые формы рельефа. Из кустарничков в данных тундрах обычными являются багульник, голубика, встречаются брусника, шикша, в напочвенном покрове доминируют кустистые лишайники и зеленые мхи.

Болотные сообщества располагаются на водоразделах, в долинах рек и вокруг озер. Господствующим типом болот в рассматриваемой зоне являются плоскобугристые болота разной степени обводненности:

- комплексные плоскобугристые торфяные болота с травяно-кустарничково-мохово-лишайниковыми буграми различного размера осоково-моховыми мочажинами (50%) с участием полигональных болот и торфяников;
- комплексные плоскобугристые болота кустарничково-мохово-лишайниковые на плоских средних и крупных буграх с обводненными

осоково-сфагновыми и осоково-гипновыми мочажинами и многочисленными мелкими озерами;

- комплексные обводненные кустарничково-травяно-сфагновые болота с редкостоящими плоскими кустарничково-осоково-сфагновыми, реже лишайниково-моховыми буфами.

В хасырях в основном распространены пушицево-осоково-сфагновые плоские, кочковатые и мелкобугристые болота с фрагментами ивово-кустарничково-сфагновых болот. Вблизи озер и на начальной стадии образования хасыреев формируется серия пушицеворазнотравно-осоковых, осоковых, травяно-сфагновых болотных сообществ с участками околородной растительности.

Пойменные сообщества занимают долины малых рек, они представлены ивняками травяными и травяно-моховыми с участием ольхи, березы и фрагментами ерниковых тундр.

Помимо природных сообществ пределах данной территории имеют распространение техногенно измененные растительные сообщества. Техногенно нарушенные растительные сообщества отличаются бедностью видового состава. Список видов содержит немногим более половины флористического богатства исходных сообществ. При восстановлении нарушенных сухих относительно дренированных тундр в видовой структуре сообществ увеличивается доля разнотравья и злаков. В случае техногенных нарушений слабодренированных природных комплексов, как правило, происходит ещё большее переувлажнение, вплоть до обводнения территории, в результате чего растительность меняется на более влаголюбивую.

## **2.6. Характеристика ландшафтов**

В соответствии с физико-географическим районированием Тюменской области данная территория относится к тундровой равнинной широтно-зональной области. Род ландшафта выделяется в соответствии с временными

рамками формирования геоморфологических уровней, типом рельефа и генезисом отложений.

На территории сформировалась система молодых террас, сложенных преимущественно песчано-супесчаными отложениями морского и аллювиального происхождения. Поверхность морских и речных террас прорезается формирующимися логами и ложбинами стока, в образовании которых одновременно участвуют как стекающие по днищам ручьи, так и процессы течения грунта, выхолаживающие склоны.

Формы наложенного рельефа, главным образом - мерзлотного происхождения. Наиболее характерен и четко выражен комплекс форм полигонального рельефа, являющийся результатом сжатия и растрескивания грунта при очень сильном охлаждении. Широко распространены различные формы термокарста — озерные впадины и другие отрицательные элементы рельефа, образующиеся за счет проседания грунта на месте вытаявающего подземного льда. Экзогенное перемещение горных пород представлено процессом солифлюкции.

Ландшафты южной тундры формируются в условиях избыточно влажного сурового климата, при наличии вечномерзлых грунтов, что определяет их специфический облик.

Анализ ландшафтной структуры территории исследования показывает, что в пределах данной территории наибольшее распространение получили три основные группы природно-территориальных комплексов: тундровые, болотные и пойменные.

### **Выводы**

Основными факторами, определяющего сток и его распределение являются климат, рельеф и геологическое строения бассейна, растительный и почвенный покров, заболоченность, наличие вечной мерзлоты и другие. Все эти факторы находятся в постоянном взаимодействии.

Заболоченность территории, превышает 30% от земель территории, следовательно питание рек происходит с заболоченных водосборов, в результате чего формируются поверхностные воды гидрокарбонатного класса со значительным количеством органических веществ, которые являются продуктами распада растений гидрофитов.



## ГЛАВА 3. ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

### 3.1. Оценка состояния загрязнения территории

Объект исследования расположен в Пуровском районе, ЯНАО, который специализируется на добыче газа. В пределах водосбора реки Хальмерьяха расположены кустовые площадки НГКМ Юбилейное.

Разработка и эксплуатация месторождений углеводородов приводит к механическим нарушениям ландшафтов. Учитывая, что значительная часть водно-болотных угодий на севере ЯНАО лежит в пределах лицензионных участков добычи нефти и газа, неблагоприятная перспектива техногенных нарушений очевидна. Степень нарушения определяется продолжительностью воздействия, соблюдением экологических норм, местными инженерно-геологическими условиями. Механическое воздействие особенно опасно для участков водно-болотных угодий в тундровой зоне, где расположены наиболее перспективные газовые и газоконденсатные месторождения, и в то же время эти природные комплексы неустойчивы к антропогенному воздействию. Состояние и качество речной воды малых рек являются важнейшими показателями экологической обстановки водосборного бассейна. Наличие техногенно-нарушенных территорий приводит к изменению условий формирования стока. Изменения происходят как в количественных характеристиках, так и в качестве поверхностных вод.

Для рек Пуровского района характерно высокое содержание железа в поверхностных и подземных водах, превышающее ПДК<sub>рх</sub> и установленные санитарно-гигиенические нормативы. Это обусловлено прежде всего, природными факторами: повышенным содержанием железа в болотных водах в виде комплексов с солями гуминовых кислот и грунтовых кислых водах. Повышенное содержание марганца и меди также типично для данного региона из-за высокого их содержания в подземных водах, обеспечивающих сток большую часть года для всех постоянных водотоков.

Повышенное содержание нефтепродуктов принято связывать с антропогенным воздействием от нефтегазодобычи. Однако при анализе материалов гидрохимических исследований в регионе, в том числе и на водосборах, где отсутствует хозяйственная деятельность было выявлено, что содержание нефтепродуктов, превышающее ПДК<sub>рх</sub>, является повсеместным явлением. Фоновый уровень содержания нефтеуглеводородов в водах «чистых» малых рек региона находится в пределах 0,04-0,15 мг/дм<sup>3</sup>.

Согласно данным Нижне-обского бассейнового водного управления, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) р. Седэ-яха, в которую впадает исследуемая река, имеет критические показатели загрязненности по таким веществам, как железо общее, цинк, марганец, нефтепродукты (Таблица 3.1).

Таблица 3.1

Динамика изменения качества воды по УКИЗВ за пятилетний период

УКИЗВ/класс качества воды				
2007	2008	2009	2010	2011
5,73/5	4,06/4б	3,58/4а	3,99/4а	4,63/4б

### **3.2. Влияние точечных и неточечных источников загрязнения на качество воды**

Проблемы качества воды могут быть результатом загрязнения контролируруемыми или неконтролируемыми (неточечными, рассредоточенными, диффузными) источниками. Загрязнение от контролируемых источников происходит из-за сброса сточных вод промышленности и коммунального хозяйства, канализационных стоков с промысловых площадок, в соответствии с разрешениями и требованиями, ориентированными на защиту качества вод.

Загрязнение неточечными источниками может происходить от атмосферных осадков, таяния снега, а также переноса поллютантов грунтовыми водами. Количество, сроки и продолжительность прежде всего определяется метеорологическими условиями.

Из-за диффузной природы неточечного источника загрязнения оно не может быть количественно идентифицировано. В первую очередь такое загрязнение непосредственно связано с землепользованием в пределах определенного водосбора. Величина загрязнения неточечными источниками зависит от величины стока с водосборных участков, особенно со склоновых поверхностей. Гидрохимическое и гидробиологическое состояние малых рек в значительной мере могут служить показателем диффузного загрязнения, поставляемого с водосбора, если на них отсутствуют источники точечного поступления загрязняющих веществ.

Калининым В.М. была выявлена закономерность роста степени загрязнения водных объектов в период половодья и снижения в период межени. Вынос загрязняющих веществ с ландшафтов водосбора происходит, как правило нерегулярно, а в период таяния снега и ливней.

Брайан Флит Стэйли (Университет Теннесси, США) в работе «A Methodology and Sampling System for Monitoring Nonpoint Source Pollution from Land Uses» предложил методику мониторинга неточечных источников загрязнений территорий водосборов. Мониторинг должен быть выполнен таким образом, чтобы идентифицировать основные источники загрязнения. Водосборы малых рек рассматриваются, как целостная экологическая система.

При использовании данного подхода к мониторингу для сокращения загрязнения от неточечных источников, как правило, учитывают несколько факторов:

1. Природные факторы формирования речного стока (рельеф, климатические особенности территории и т.д.), которые играют существенную роль в ухудшении качества воды;
2. Методы и технологии, используемые для оценки процессов загрязнения неточечными источниками;
3. Оценка возможных источников поступления загрязняющего вещества в водный сток.

В пределах Пуровского района основными источниками являются нефтезагрязненные участки. Нефть может попасть в окружающую среду при аварийной эксплуатации внутрипромысловых шлейфов, межпромысловых резервуаров, магистральных нефтепроводов, при нарушении правил ремонта объектов нефтедобычи, правил хранения горюче-смазочных материалов, правил утилизации промышленных отходов производства, сточных вод, при утечек из скважин и фланцевых соединений трубопроводов и т.п.

Оценка загрязнения водосбора реки неточечными источниками загрязнения выполнена в несколько этапов. На начальном этапе оценки определяется актуальна ли проблема загрязнения участков водосбора реки диффузными источниками. Для того чтобы оценить влияние рассредоточенных источников загрязнения на водосбор реки Хальмерьяха была построена карта уклонов местности (Приложение Б). Все антропогенные объекты расположены на таких участках водосбора, где диапазон уклона поверхности составляет 3-9%. Такие участки можно оценивать как возможные территории диффузного загрязнения.

Следующий этап оценки предполагает разграничение территории водосбора на несколько участков определение их площади, расчет потенциала стока. В ходе работы были выделены стокоформирующие комплексы, которые представлены ниже.

Потенциал стока (The runoff potencial) показывает количество ожидаемого стока от определенного СФК и рассчитывается по следующему уравнению:

$$R_p = C * A,$$

где  $R_p$ -потенциал стока,  $C$ -слой весеннего стока,  $A$ -площадь водосбора ( $\text{км}^2$ ).

Таблица 3.2

## Расчет потенциала стока реки Хальмерьяха

		Площадь,		Слой весеннего стока, м	Потенциал стока	
		м <sup>2</sup>	км <sup>2</sup>			
1	Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса	15540	0,01554	0,00265	41,18	0,04
2		11718	0,011718	0,00261	30,58	0,03
3		86228	0,080092	0,00257	221,61	0,22
4		80092	0,080092	0,00264	211,44	0,21
5		158038	0,158038	0,00262	414,06	0,41
6		33833	0,033833	0,00266	90,00	0,09
7	Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах	32767	0,032767	0,00267	1444,37	1,44
8		421638	0,421638	0,00263	20537,99	20,54
9		3122028	3,122028	0,0009	144706,00	144,71
10		4184697	4,184697	0,0009	190152,63	190,15
11		1720168	1,720168	0,00264	82241,23	82,24
12		533199	0,533199	0,00268	25945,46	25,95
13		2000949	2,000949	0,06711	95065,09	95,07
14		5942662	5,942662	0,06697	262487,38	262,49
15	Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах	12995	0,012995	0,06373	637,53	0,64
16		150558	0,150558	0,06243	7368,31	7,37
17		389727	0,389727	0,06573	18995,29	19,00
18		587223	0,587223	0,06692	28527,29	28,53

Продолжение таблицы 3.2

19	Плоско-бугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах	76854397	76,8544	0,06529	1965935,48	1965,94
20	Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	322448	0,322448	0,06075	835,14	0,84
21		1282424	1,282424	0,06743	3372,78	3,37
22		7557	0,007557	0,06726	20,33	0,02
23		61444	0,061444	0,06697	55,30	0,06
24		1042787	1,042787	0,06676	2752,96	2,75
25	Пологоувалистая пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	171031	0,171031	0,03496	458,36	0,46
26	Антропогенно-нарушенная поверхность болот	100688	0,100688	0,0556	90,62	0,09

### **3.3. Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Хальмерьяха**

В пределах водосбора рассматриваемой реки выделено 26 типов СФК, 7 из которых имеют антропогенное происхождение, остальные 19 – природное. Среди естественных комплексов преобладают болотные ландшафтные единицы. Антропогенные комплексы представлены вырубками и участками высушенных болот, расположение которых выявлено по данным космоснимков за 2017 год.

Виды стокоформирующих комплексов:

- Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах;
- Пологоувалистая пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах;
- Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах;
- Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах;
- Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах;
- Плоскобугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах;
- Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса;
- Осушенные болота.

Для расчета объема стока использовались такие параметры, как: площади СФК, средний уклон поверхности, коэффициент фильтрации, показатели влагозапасов, снегозапасов, глубина промерзания грунтов. Для анализа объема стока, в зависимости от вариантов землепользования, были проведены расчеты в программе SWS-5.

Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Хальмерьяха представлены в таблице 3.3. Характеристика стокоформирующих комплексов на нарушенном водосборе реки представлена в таблице 3.4.

Данные слоя весеннего стока до освоения составляют 28,6 мм и на нарушенном водосборе изменился до 25,3 мм. Общий сток реки сократился на 287060 м<sup>3</sup>, или на 9,14%. Снижение общего стока прежде всего связано с осушением участков водно-болотных угодий для сооружения различных антропогенных объектов на газовых месторождениях.

#### Вывод

В данном исследовании был применен метод ландшафтно-гидрологического анализа, предложенный Калиныным В.М.



Таблица 3.3

## Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Хальмерьяха до антропогенного воздействия.

№ СФК	Угодья	Площадь, км	Уклон, ‰	Коэффициент фильтрации, м/сут	Метеоданные			Слой весеннего стока, мм	Объем стока, м <sup>3</sup>
					Влагозапас, мм	Снегозапасы, мм	Глубина промерзания, м		
1	Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах	0,440495	2,3	5,5	0,54	97	2,2	48,7	21452,11
2	Пологоувалистая пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	0,171031	2,9	0,9	0,11	97	2,2	2,68	458,3631
3	Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	1,292351	4,5	0,9	0,11	97	2,2	2,64	3411,807
4		0,007557	4,2	0,9	0,11	97	2,2	2,69	20,32833
5		0,061444	4,2	0,9	0,11	97	2,2	0,9	55,2996
6		1,042787	5,1	0,9	0,11	97	2,2	2,65	2763,386
7		0,322448	2,8	0,9	0,11	97	2,2	2,68	864,1606
8	Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах	0,150558	1,9	5,5	0,54	97	2,2	48,95	7369,814
9		1,194645	3,6	5,5	0,54	97	2,2	48,1	57462,42
10		0,012995	1,3	5,5	0,54	97	2,2	49,06	637,5347
11	Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах	4,766721	1,1	5,5	0,54	97	2,2	44,91	214073,4
12		0,421638	2,9	5,5	0,54	97	2,2	48,72	20542,2
13		4,429171	1,8	5,5	0,54	97	2,2	45,28	200552,9
14		2,04709	7,1	5,5	0,54	97	2,2	47,55	97339,13
15		0,686615	5,2	5,5	0,54	97	2,2	48,54	33328,29
16		0,033067	4,7	5,5	0,54	97	2,2	5,5	181,8685
17		2,37334	5,9	5,5	0,54	97	2,2	47,25	112140,3
18		6,083144	2,3	5,5	0,54	97	2,2	43,94	267293,3
19	Плоскобугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах	83,75554	3,8	5,5	0,54	97	2,2	25,07	2099751
ИТОГО		109,2						28,69	3139698

Таблица 3.4

## Характеристика стокоформирующих комплексов на нарушенном водосборе реки Хальмерьяха

	Угодья	Площадь, км	Уклон, ‰	Коэффициент фильтрации, м/сут	Метеоданные			Слой весеннего стока, мм	Объем стока, м <sup>3</sup>
					Влагозапас, мм	Снегозапасы, мм	Глубина промерзания, м		
1	Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса	0,01554	5,9	0,9	0,11	97	2,2	2,65	41
2		0,011718	3,4	0,9	0,11	97	2,2	2,61	31
3		0,080092	4,9	0,9	0,11	97	2,2	2,57	222
4		0,080092	4,8	0,9	0,11	97	2,2	2,64	211
5		0,158038	2,1	0,9	0,11	97	2,2	2,62	414
6		0,033833	2,9	0,9	0,11	97	2,2	2,66	90
7	Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах	0,032767	3,7	5,5	0,54	97	2,2	44,08	1444
8		0,421638	1,9	5,5	0,54	97	2,2	48,71	20538
9		3,122028	1,2	5,5	0,54	97	2,2	46,35	144706
10		4,184697	1,3	5,5	0,54	97	2,2	45,44	190153
11		1,720168	7,5	5,5	0,54	97	2,2	47,81	82241
12		0,533199	5,9	5,5	0,54	97	2,2	48,66	25945
13		2,000949	5,2	5,5	0,54	97	2,2	47,51	95065
14		5,942662	3,1	5,5	0,54	97	2,2	44,17	262487
15	Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах	0,012995	1,5	5,5	0,54	97	2,2	49,06	638
16		0,150558	1,2	5,5	0,54	97	2,2	48,94	7368
17		0,389727	1,8	5,5	0,54	97	2,2	48,74	18995
18		0,587223	3,2	5,5	0,54	97	2,2	48,58	28527
19	Плоскобугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах	76,854397	4,2	5,5	0,54	97	2,2	25,58	1965935
20	Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	0,322448	0,9	0,9	0,11	97	2,2	2,59	835
21		1,282424	2,8	0,9	0,11	97	2,2	2,63	3373
22		0,007557	4,7	0,9	0,11	97	2,2	2,69	20

Продолжение таблицы 3.4

23	Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	0,061444	4,3	0,9	0,11	97	2,2	0,9	55
24		1,042787	4,1	0,9	0,11	97	2,2	2,64	2753
25	Пологоувалистая пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах	0,171031	1,8	0,9	0,11	97	2,2	2,68	458
26	Осушенные болота	10,068855	1,5	5,5	0,54	97	2,2	0,9	91
ИТОГО		109,2						25,93	2852638

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве теоретической основы для анализа степени трансформации водосбора реки Хальмерьяха был выбран метод ландшафтно-гидрологического анализа, поскольку данный метод позволяет учесть роль природных и антропогенных факторов в формировании речного стока. При ландшафтно-гидрологическом анализе территории оценивали взаимосвязь природных факторов и гидрологических процессов. Ландшафтно-гидрологический метод позволяет изучать условия формирования водного стока в пределах различных участков водосбора реки, а также проводить расчет стока при недостатке или отсутствии данных гидрологических наблюдений. Такой метод является наиболее адаптированным к оценке трансформации водосборов малых рек.

Основными факторами, определяющими сток и его распределение, являются климатические условия, рельеф местности и геологического строения бассейна, растительного и почвенного покрова, заболоченности, наличия вечной мерзлоты и других. Реки севера Тюменской области характеризуются высоким содержанием железа, превышающим не только ПДК<sub>рх</sub>, но и установленные санитарно-гигиенические нормативы. Прежде всего это обусловлено природными факторами: повышенное содержанием железа в болотных водах в виде комплексов с солями гуминовых кислот и грунтовых кислых водах. Таким образом, железо является типоморфным элементом для ландшафтов севера Западной Сибири из-за широкого распространения глеевой восстановительной обстановки, благодаря чему железо становится активным элементом и способно вступать в химические соединения, приобретая подвижное состояние. Высокая степень содержания марганца и меди также характерно для данного региона из-за высокого содержания в подземных водах, которые обеспечивают сток в течение большей части года для всех постоянных водотоков.

В ходе оценки трансформации ландшафтно-гидрологических условий реки Хальмерьяха было выделено 26 типов СФК, 7 из которых имеют антропогенное происхождение, остальные 19 – природное. Среди естественных комплексов преобладают водно-болотные ландшафтные единицы. Антропогенные комплексы представлены вырубками и участками осушенных болот, расположение которых выявлено по данным космоснимков за 2017 год. В пределах водосбора реки Хальмерьяха расположены кустовые площадки НГКМ Юбилейное.

Площадь водосбора выбранной реки составляет 109,2 км<sup>2</sup>. Общий объем стока реки Хальмерьяха до начала антропогенной деятельности составляет 3139698 м<sup>3</sup> или 0,003139698 км<sup>3</sup>. Общий сток реки на нарушенном водосборе составил 2852638 м<sup>3</sup> или 0,002852638 км<sup>3</sup>. Общий сток реки сократился на 287060 м<sup>3</sup>, или на 9,14%. Снижение общего стока происходит вследствие осушения участка болот для сооружения различных антропогенных объектов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. – Тюмень: ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2004. – 190-204 с.;
2. Антипов А.Н., Гагаринова О.В., Федоров В.Н. Ландшафтная гидрология: теория, методы, реализация, 2007. – с. 56-67.;
3. Антипов А.Н., Корытный Л.М. Ландшафтно-гидрологический анализ территории. – Новосибирск: Наука, 1992. – 208 с.;
4. Антипов А.Н. Федоров В.П. Ландшафтно-гидрологическая организация территории - Повосибирск: Изд-во СО РАП, 2000 - 254 с.
5. Бабушкин А. Г. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа. – Новосибирск: Наука, 2007. 152 с.;
6. Бешенцев В.А. Гидрохимия пресных подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа: автореф. дис. канд. г-м. наук. – Екатеринбург, 2000. – 21 с.;
7. Бешенцев В.А. Ресурсы и качество природных вод Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона, и их использование. – Вестник Тюменского государственного университета. Науки о Земле, 2011, № 4. – с. 17-28.;
8. Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И. и др. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей: Учебное пособие для геогр. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1980.;
9. Глушков В.Г. Географо-гидрологический метод. – Известия ГГИ.,1933.;
10. Железняков Г.В., Неговская Т.А., Овчаров Е.Е. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. – М.: Колос, 1984. – 205 с.;
11. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 454 с.;
12. Калинин В.М. Ландшафтно-гидрологический анализ малых водосборов: Учеб.-метод. указания. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1999. – 30 с.;

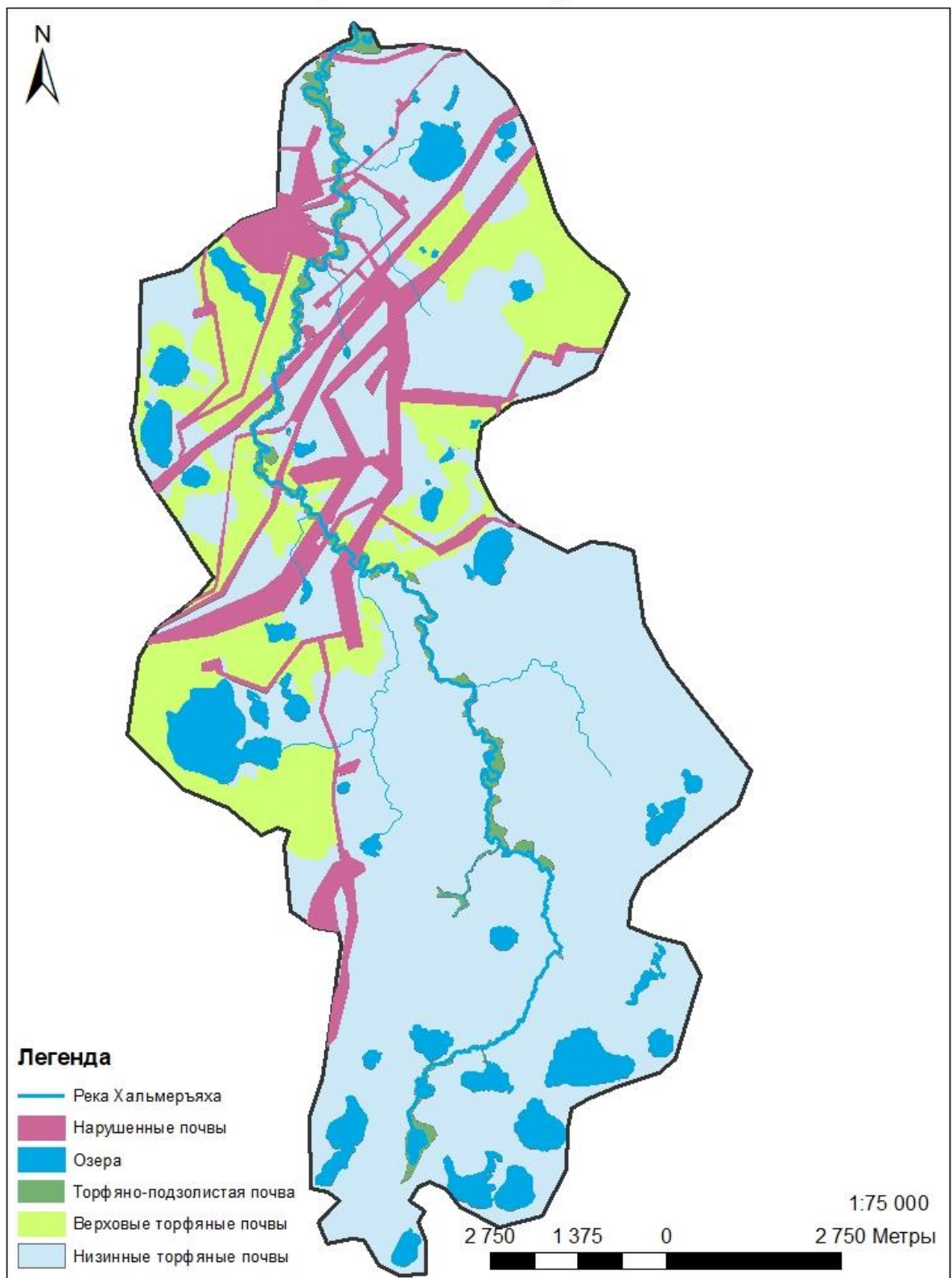
13. Калинин В.М., Ларин С.И., Романова И.М. Малые реки в условиях антропогенного воздействия (на примере Восточного Зауралья). – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1998. – 220 с.;
14. Калинин В.М. Вода и нефть (гидролого-экологические проблемы Тюменского региона): монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. 222 с.;
15. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока. – Пермь: Изд-во Пермского университета, 2002. – 157 с.;
16. Коронкевич Н.И. Географо-гидрологические исследования в Институте географии РАН. Вопросы географии. Сборник №133. – М.: Кодекс, 2012. – 496 с.;
17. Львович М.И. Физико-географические факторы речного стока. – Л.: АН СССР, 1956;
18. Львович М.И., Басс С.В., Грин А.М., Дрейер Н.Н., Куприянова Е.И. Водный баланс СССР и перспективы его преобразования. – Известия АН СССР, сер. географ., 1961;
19. Львович М.И. Реки СССР. – М.: Мысль, 1971. – 126 с.;
20. Смоленцев Ю.К., Смоленцев К.Ю. Закономерности размещения и формирования пресных подземных вод в криолитозоне Западной Сибири // Пресные и маломинерализованные подземные воды Западной Сибири; Мужвуз. сб. науч. Тр. – Тюмень; ТюмГУ, 1989. – С. 28-44.;
21. Старков В.Д., Тюлькова Л.А. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли. – Тюмень: ИПП «Тюмень», 1996, 192 с.;
22. Уварова В.И. Оценка качества воды р. Пур. // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2012. -С. 143-149.;
23. Уварова В.И. Оценка химического состава воды и донных отложений р. Надым. – Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения, 2011. -. 150 с.;
24. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ямало-Ненецкого автономного округа в 2016 году»

- /Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в Ямало-Ненецком автономном округе, Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ямало-Ненецком автономном округе»), Салехард, 2015.-237 с.
25. Ann Beler. Managing nonpoint source pollution, 1992. – 206 с
26. Bryan Fleet Staley A Methodology and Sampling System for Monitoring Nonpoint Source Pollution from Land Uses University of Tennessee – Knoxville, 2000. – 145 с.
27. Methods for identifying and evaluating the nature and extent of nonpoint sources of pollutants, 1973. – 269
28. Probability sampling to measure pollution from rural land runoff, 1980. – 215 с.
29. Xing Liu, Donglong Li, Hongbo Zhang, Shixiang Cai, Xiaodong Li, and Tianqi Ao. Research on Nonpoint Source Pollution Assessment Method in Data Sparse Regions: A Case Study of Xichong River Basin, China, 2014. – 11 с.
30. Urban Hydrology for Small Watersheds, 1980. – 164 с.



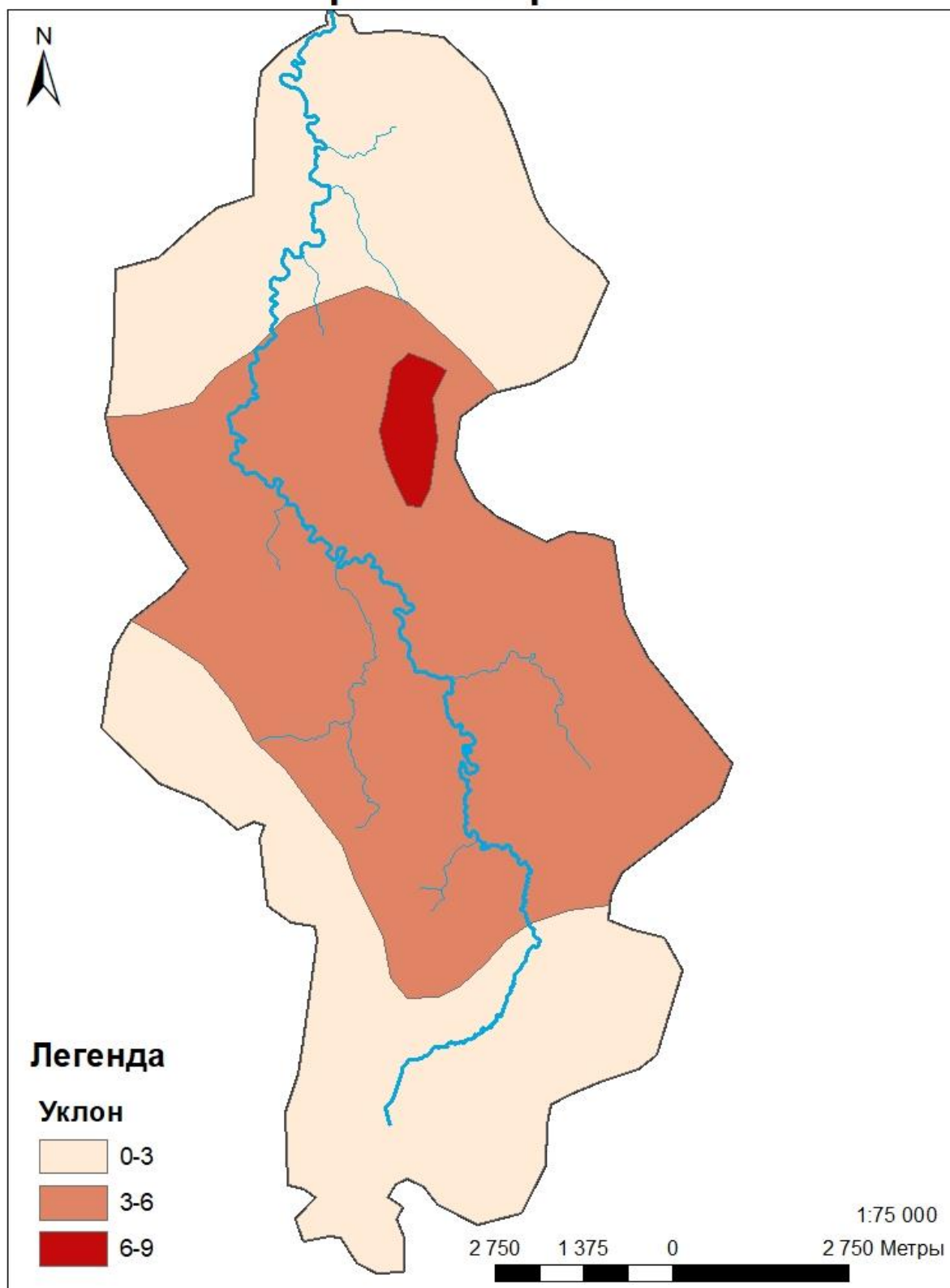
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Почвенная карта-схема водосбора  
реки Хальмерьяха



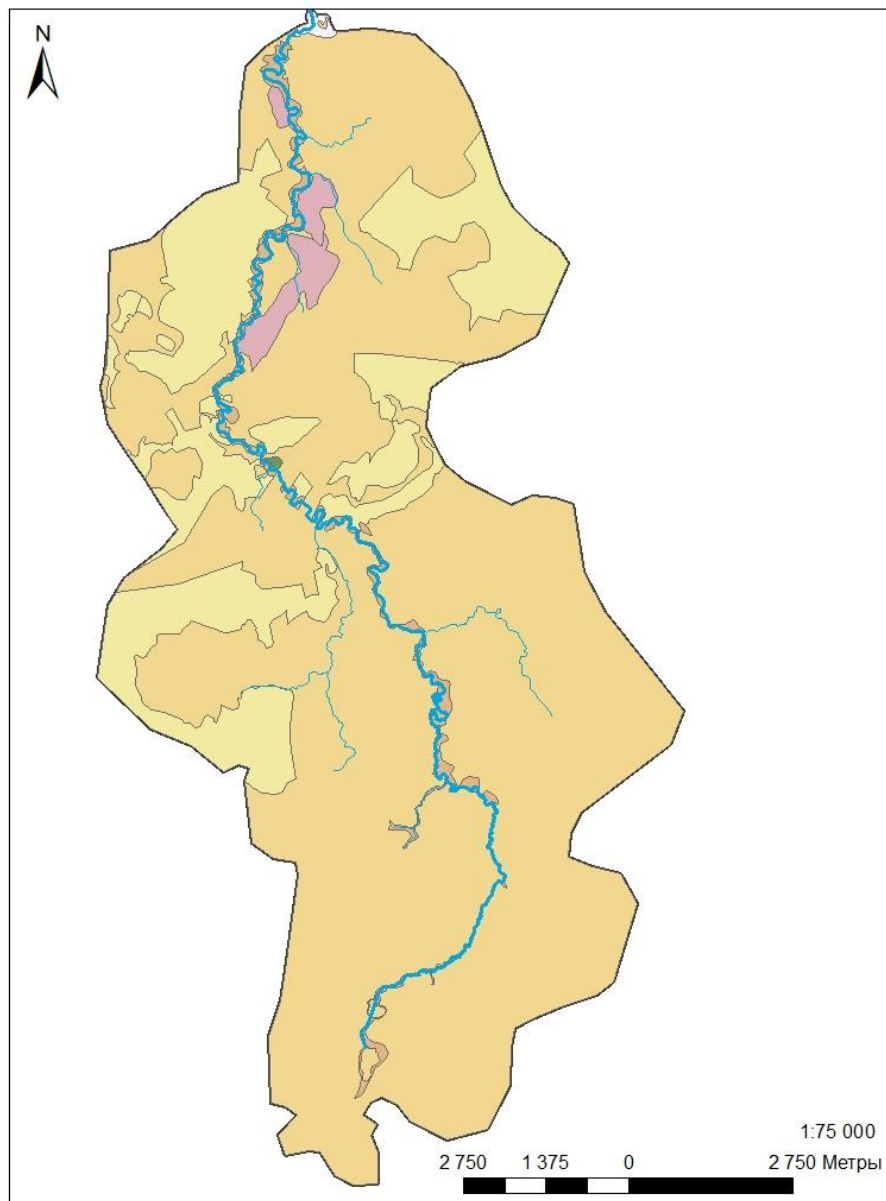
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Карта-схема уклонов местности на водосборе  
р. Хальмерьяха



## ПРИЛОЖЕНИЕ В







### Карта-схема СФК до антропогенной деятельности



#### Легенда

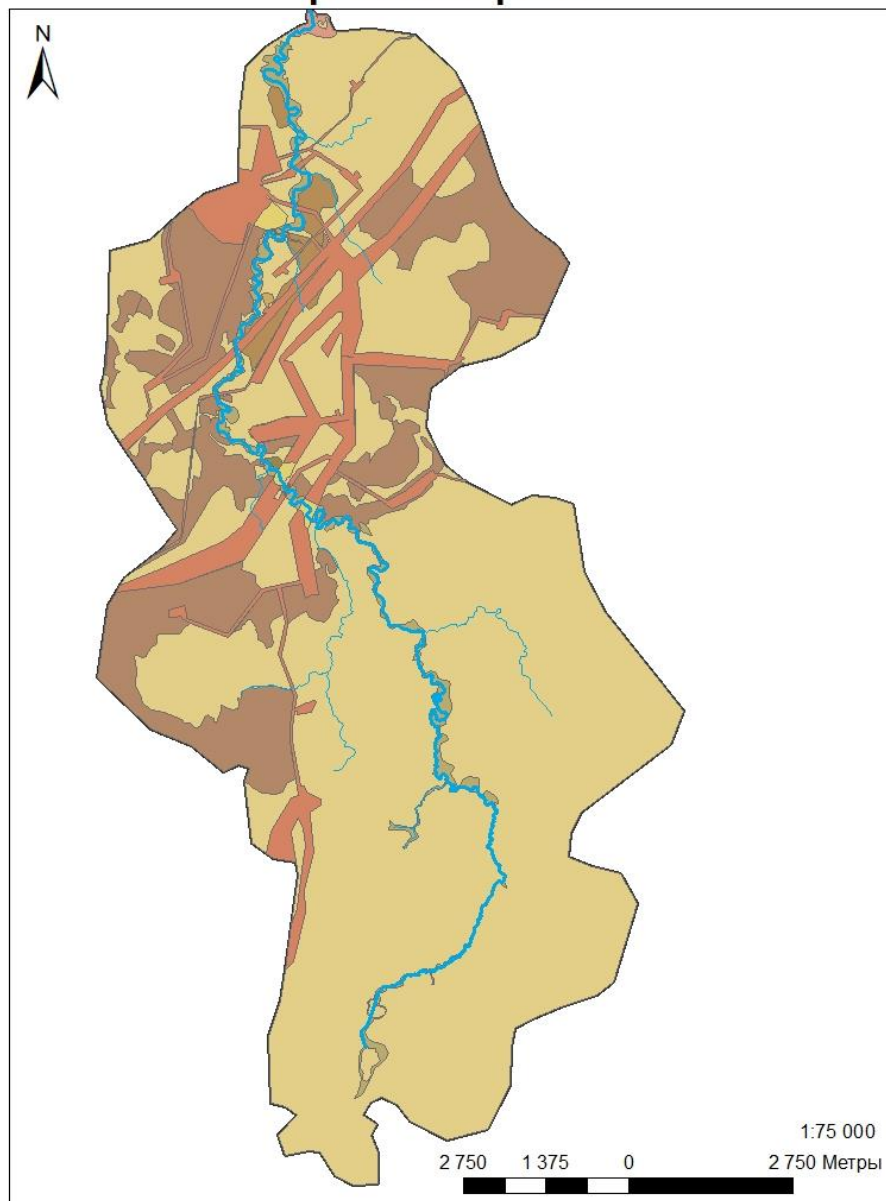
##### СФК до освоения

##### Тип

-  Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах
-  Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах
-  Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах
-  Плоско-бугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах
-  Плоско-бугристая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах
-  Плосковолнистая поверхность реки Хальмерьяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах
-  Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах
-  Пологуювальная пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Карта-схема СФК на нарушенном водосборе р. Хальмеръяха



#### Легенда

##### СФК после освоения

##### Тип

- Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса
- Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса
- Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах
- Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах
- Антропогенно-нарушенная поверхность водораздельной равнины на месте бывшего кедрово-елового леса
- Бугристая поверхность верховых болот, занятая кустарничко-мохово-травяным сообществом на верховых торфяных почвах
- Высушенные болотные массивы
- Плоско-бугристая поверхность низинных болот, занятая травяно-моховыми сообществами на низинных торфяно-болотных почвах
- Плоско-бугристая поверхность реки Хальмеръяха, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах
- Пологая поверхность, занятая травяно-моховыми низинными болотами с участием угнетенной сосны на торфяно-болотных почвах
- Пологоувалистая пойма реки, занятая кедрово-еловыми лесами на торфяно-подзолистых почвах

