

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

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК

Заведующий кафедрой
д.б.н., доцент

_____ А.В. Синдирева
_____ 2020 г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистра

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ
ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ (ПУРОВСКИЙ
РАЙОН ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА)

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу
Студентка 2 курса
очной формы обучения

Кармацкая
Екатерина
Вячеславовна

Научный руководитель
К.г.н., доцент

Хорошавин
Виталий
Юрьевич

Рецензент
К.г.н., доцент кафедры
географии, зав. лаб. геоэкологии
ФГБОУ ВО «Нижневартовский
государственный университет»

Коркин
Сергей
Евгеньевич

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ..... | 7 |
| ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА | 8 |
| 1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ | 8 |
| 1.2. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ..... | 8 |
| 1.3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА | 10 |
| 1.4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ | 12 |
| 1.5. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ..... | 14 |
| 1.6. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТОВ | 16 |
| 1.7. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ | 16 |
| ГЛАВА 2. ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКИ СТОКА ВОДОСБОРА РЕК..... | 19 |
| 2.1. ИСТОРИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА..... | 19 |
| 2.2. СУЩНОСТЬ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА..... | 22 |
| ГЛАВА 3. ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДАБЫЧИ..... | 28 |
| 3.1. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ | 28 |
| 3.2. ТОЧЕЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ..... | 30 |
| 3.3. РАССРЕДОТОЧЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК | 31 |
| ГЛАВА 4. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ | 36 |
| 4.1. ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА | 36 |

| | |
|--|----|
| 4.2. ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ | 44 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 49 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 51 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 56 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 57 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 | 58 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 | 62 |

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом возрастает антропогенная нагрузка на малые реки, особенно в районах севера. В связи с суровыми климатическими условиями данной территории водосборы рек наиболее уязвимы и не устойчивы.

Ямало-Ненецкий автономный округ является одним из важнейших регионов топливной энергетики. Разработка нефтяных и газовых месторождений несёт за собой нарушение ландшафтных комплексов. Изменение ландшафтной структуры водосбора приводит в дальнейшем к количественной трансформации водного стока. Он уменьшается либо увеличивается, приводя к деградации водотоков. Вследствие антропогенного вмешательства нарушаются естественные процессы в природных водах, что ведет к качественной трансформации водных ресурсов и загрязнению крупных рек, в которые впадают малые реки.

Так же данная территория мало изучена, что является проблемой для экологической части проектирования нефтегазоносных месторождений, в связи с недостатком метеорологических и гидрологических данных.

Целью исследования является оценка трансформации водного стока и качества вод под влиянием разработки нефтяных и газовых месторождений.

Объектом исследования выступает река Харучейтаркаяха и её водосбор

Предметом исследования являются водный сток данной реки.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

1. Выявить особенности природных и антропогенных процессов формирования стока и качества вод в пределах водосбора реки Харучейтаркаяха.
2. Проанализировать ландшафтно-гидрологическую структуру водосбора реки.
3. Оценить антропогенную нагрузку в районе водосбора реки и ее влияния на гидрологический режим и качество воды.

Методы исследований. При достижении поставленной цели и решении задач исследования, были использованы: ландшафтно-гидрологический метод, картографический метод, методы гидрохимии.

Материалы. В диссертации были использованы литературные и фондовые материалы по теме исследования. Также источниками информации являются картографические материалы, отчеты по научно-исследовательским работам. Были использованы результаты химических анализов проб поверхностных вод и донных отложений. Анализы проводились в лаборатории экологических исследований Тюменского государственного университета (г. Тюмень).

Положения, выносимые на защиту:

1. В условиях нефтегазодобычи происходит количественная трансформация гидрологического режима реки Харучейтаркаяха, а именно уменьшение годового объёма стока на 28,7%;

2. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами, диффузными источниками, приводит к качественной трансформации вод реки Харучейтаркаяха. Увеличение содержания нефтепродуктов в воде до 1,2 ПДК.

Научная новизна. Применение ландшафтно-гидрологического подхода к оценке трансформации гидрологического режима реки Харучейтаркаяха под влиянием развития нефтегазодобычи на территории водосбора.

Оценка качественной трансформации состояния водных ресурсов реки Харучейтаркаяха, на примере нефтепродуктов.

Практическая значимость полученных результатов можно использовать:

1. для прогнозирования изменений свойств вод малых рек при освоении новых территорий;

2. для сравнительного анализа при изучении других малых рек, схожих по природным условиям;

3. для решения водно-экологических проблем при разработке и освоении новых территорий;

4. для оценки современного экологического состояния водных ресурсов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из 4 глав, введения, списка сокращений и условных обозначений, заключения, библиографического списка и приложений. Основная текстовая часть представлена на 55 страницах и содержит 7 таблиц, 2 рисунка. Список литературы содержит 46 источников. 4 приложения состоят из 4 карт и 2 таблиц.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

| | |
|--------|--|
| ЛГА | – ландшафтно-гидрологический анализ |
| ЛГМ | – ландшафтно-гидрологический метод |
| ЛГП | – ландшафтно-гидрологический подход |
| ММП | – многолетнемерзлые породы |
| НУВ | – нефтяные углеводороды |
| ПДК | – предельно допустимая концентрация |
| ПТК | – природно-территориальный комплекс |
| СО РАН | – сибирское отделение Российской академии наук |
| СФК | – стокоформирующий комплекс |
| ЯНАО | – Ямало-Ненецкий автономный округ |

ГЛАВА 1. ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА

1.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Река Харучейтаркаяха протекает по территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, севернее на 6 км от г. Муравленко. Берет своё начало на западе района протекая в северо-восточном направлении. Река расположена на Западно-Сибирской равнине, и относится к северотаежной подзоне Пуровской низменности. Длина реки 30 км, площадь 64 км². Координаты истока реки 63°52'52" с. ш. 74°23'22" в. д., координаты устья 63°55'39" с. ш. 74°58'59" в. д.

Объект исследования находится на территории Муравленковского нефтегазового месторождения. Через реку вблизи устья проходит автодорога, которая обеспечивает более легкий доступ к реке для отбора проб.

Географическое положение определяет свойства таких факторов, как температурный режим, общее увлажнение, водно-физические и фильтрационные свойства почв, приход суммарной солнечной радиации и другие, эти факторы будут рассмотрены более подробно в пунктах 1.2-1.6.

1.2. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Территория водосбора в геологическом отношении сложена в большей степени морскими, с абсолютной высотой 85-115 м, и в меньшей озерно-аллювиальными отложениями четвертичного периода. Механический состав отложений разнообразен, от песков до глин, а также встречаются гравий и галька [Атлас..., 2004].

Исследуемая территория относится к Северной Обь-Енисейской области и представлена морскими отложениями основной ступени террасированной равнины, сложенная песками, суглинками, алевритами и глинами. Минералогический состав пород отличается малым содержанием карбонатов. Песчаные частицы в большей степени представлены минералами легкой фракции, минералы тяжелой фракции составляют всего 3-5%. В легкой фракции в основном содержится кварц и в наименьшем количестве полевой шпат, графит,

слюды и другие минералы. В тяжелой фракции преобладают пироксены, лимонит, гранат и эпидот [Атлас..., 2004; Сергеев, 1976].

Основной тектонический элемент – северная часть Западно-Сибирского гипербассейна с мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом, который представлен пермо-триасовыми и триасовыми базальтами. Тектонический элемент равнинной территории – Южно-Надымская область поднятия которая входит в Обь-Надым-Иртышскую антиклизу. Морфоструктура территории положительная и относится к району слабых поднятий от 80 до 130 м.

Густота расчленения, а именно линейное расчленение рельефа, которое численно выражается в средних расстояниях между долинами и оврагами, значительное 1,8-1,2 км. Пространственное изменение вертикального расчленения местности отражается глубиной расчленения рельефа. Максимальное превышение, над урезами рек и озер, водоразделов на территории невелико. В районе истока р. Харучейтаркаяха относительные высоты не превышают 10 м, а в районе устья составляет менее 5 м. Угол наклона поверхности менее $0,5^\circ$, что в свою очередь приводит к заболачиванию территории [Атлас..., 1977].

Территория относится к водоносному комплексу олигоцен-четвертичных отложений и входит в провинцию пресных подземных вод криолитозоны. Подземные воды, Гумидно-ледовой макрозоны водоносного комплекса, находятся в жидкой фазе в надмерзлотных и межмерзлотных таликах, в сквозных таликовых зонах, расчленяющих мерзлоту, под руслами и долинами рек, а также под реликтовым слоем многолетнемерзлых пород. Ресурсы пресных подземных вод водосбора значительны. Модуль подземного стока составляет 3,0-3,5 л/с·км².

Реликтовые многолетнемерзлые породы (ММП) залегают на глубине 100-200 м и имеют мощность менее 100 м. Распространение ММП прерывистое, площадь 50-80%, температура $-0,5 - -1$ °С, мощность 10-50 м в минеральных породах. Талые породы с островами и перелетками занимают менее 20 % площади, температура $0 - -0,5$ °С, мощность 0-15 м в органических породах [Мельников, 1983].

Инженерно-геологический комплекс представлен морскими и гляциально-морскими отложениями. Распространение ММП прерывистое и массивно-островное, литологический состав представлен торфом, а также массивно-островное и островное, преимущественно с песчаным литологическим составом.

Территория водосбора располагается в районе неглубокого залегания кровли, до 50 м от поверхности, палеогеновых засоленных пород, которые перекрыты незасоленными четвертичными отложениями. Также встречаются мерзлые и талые породы с сульфатным типом засоления, степень засоления – среднезасоленные 0,5-1 % [Атлас..., 2004].

Гидрологические особенности, такие как заозеренность, заболоченность обуславливаются геоморфологическими условиями. Из-за присутствия озер часть поверхностного стока перехватывается озерными котловинами.

1.3. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА

Климат территории – умеренно-континентальный и характеризуется суровой длительной зимой, которая длится 26 недель, с продолжительным залеганием снежного покрова, 210 дней. Лето короткое и умеренно теплое, переходные периоды также имеют малую продолжительность [Климатическая..., 1982].

Солнечное сияние является одной из основных характеристик радиационного режима, её продолжительность невелика, составляет 1150-1600 часов в год, которые приходятся в основном на летний период, число дней без солнца 125 в год. Солнечная радиация на территории суммарно за год равна 3200 МДж/м², в декабре она составляет 4 МДж/м², а в июне менее 600 МДж/м². Радиационный баланс равен 900 МДж/м² за год. Неравномерный сток на территории вызван неравномерным приходом солнечной радиации по сезонам [Атлас..., 2004; Справочник..., 1967].

Климат исследуемого района формируется под влиянием Северного ледовитого океана, континента и западной циркуляции воздушных масс. Вследствие быстрой смены циклонов и антициклонов погода неустойчива и

непредсказуема, что приводит к резким изменениям температур в течение месяцев, суток и даже часов [Научно-прикладной...,1998].

На территории преобладает муссонообразный характер ветрового режима. В зимний период воздушные массы континентальные, это означает что ветер дует с материка в сторону океана. В летний период на оборот, воздушные массы океанические, которые в свою очередь приносят холодную, дождливую погоду и заморозки [Природные условия..., 1963].

В течении года преобладают южные и юго-западные ветра с повторяемостью 40%, штиль составляет 6 %. За год средняя скорость ветра равна 3-4 м/с, максимальная скорость равна 14 м/с [<http://muravlenko.yanao.ru/>].

Атмосферное давление исследуемого района в среднем на уровне моря в январе ровняется 1018 гПа, в июле – 1008 гПа.

Неравномерное выпадение осадков связано с атмосферной циркуляцией, в теплый период выпадает наибольшее их количество.

Средняя годовая температура воздуха составляет - 5 °С. На июль приходится самые высокие температуры воздуха в среднем они равняются + 20 °С, абсолютный максимум имеет значение + 32 °С. Январь является самым холодным месяцем, его средняя температура - 22 °С, а абсолютный минимум - 51 °С.

Распределение температур в течение года определяет продолжительность основных фаз водного режима и их наступление. Температура воздуха становится положительной в мае, вследствие этого половодье наступает только к концу месяца. Достаточно низкие температуры приводят к глубокому промерзанию рек, что в свою очередь приводит к крайне неравномерному распределению стока и его длительному отсутствию [Гвоздецкий, Михайлов, 1963]. Среднемесячные температуры воздуха представлены в таблице 1.

Средняя месячная температура воздуха, Т°С

| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|-------|-------|
| Т°С | -22 | -19 | -2.9 | -2.7 | 6.6 | 13.1 | 20.5 | 15.8 | 8.2 | 1.1 | -13.5 | -13.5 |

Относительная влажность воздуха меняется в течении всего года и зависит от годового хода температур воздуха. За год относительная влажность в среднем равна 79%, в июль она составляет 60%.

На территории в среднем выпадает 500 мм за год, наибольшее их количество приходится на теплый период август-октябрь и составляет 380 мм, максимальное количество приходится на август и равняется 78 мм. Испарение составляет 300 мм [Климатические...,1982; Справочник..., 1967].

В основном устойчивый снежный покров образуется в конце октября, начале ноября. Средняя его высота составляет 0,7-0,9 м, плотность снега 0,19-0,24г/см³. Снежный покров в среднем не сходит 210 дней.

Данный район избыточно увлажненный, из-за чего происходит активная миграция загрязняющих веществ в малые реки. Вследствие низких температур значительное количество осадков выпадает в виде снега, которые попадают в реку толь с наступлением половодья [Природные условия...,1963].

1.4. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ

Река Харучейтаркаяха является правым притоком р. Харучейаха которая в свою очередь впадает в р. Пякупур и далее в р. Пур. Протяженность реки с запада на восток составляет 30 км, широтная протяженность 9 км, а площадь водосбора равна 64 км². Водосбор реки приближен по форме к овалу, что в свою очередь сглаживает весеннее половодье и выравнивает сток в течение года.

Речная сеть имеет среднюю густоту, а её коэффициент густоты равняется 0,3 км/км². Река характеризуются малыми уклонами, медленным течением, большой извилистостью, значительным количеством протоков, старых сухих русел и озер-старич. Долина имеет трапецеидальную форму с врезом 10-15 м.

Коэффициент извилистости 1,2. Скорости течения в межень равняется 0,3 м/с, а в половодье 0,9 м/с [Атлас..., 2004; Атлас..., 1977].

Одной из особенностей территории является заозеренность, коэффициент заозеренности водосбора составляет 5,2 %.

Выделяют, во внутригодовом распределении стока, три периода: летне-осенняя и зимняя межень и весенне-летнее половодье. Это связано с неравномерным выпадением осадков и особенностью температурного режима. Доля весеннего, зимнего и летне-осеннего стока составляет 55%, 21% и 24% соответственно.

Весеннее половодье начинается в первой половине мая, а заканчивается в июле. Половодье на данной территории сильно растянуто, так как на него накладываются дождевые паводки, а также это связано с заболоченностью и заозеренностью водосбора. В среднем сток весеннего половодья составляет 150 мм, а коэффициент вариации (C_v) равен 0,2. Летняя межень устанавливается в середине июля, заканчивается в начале октября. Начало ледостава приходится на двадцатые числа октября и продолжается 215 дней [Справочник..., 1965].

Минимальный модуль 30-ти дневного летнего стока составляет 9 л/с·км², зимнего – 3 л/с·км², а коэффициент вариации (C_v) 0,4 и 0,2 соответственно. Несмотря на то что зимой происходит сокращение стока, это время является важным для формирования гидрологического режима. В данный период идет накопление снега, от которого зависит запас воды.

От температуры воды зависит активность гидрохимических и гидрологических процессов. Максимальные годовые температуры 20 °С. В летний период наблюдается наивысшая активность биологических и химических внутриводоёмных процессов, а также процессов самоочищения. Химический состав реки по основным ионам гидрокарбонатный кальциево-магниевый. Минерализация составляет 30 мг/л [Атлас..., 2004].

Качество вод сильно зависит от атмосферных осадков. Соли, которые содержатся в атмосферных осадках, влияют на химический состав речных вод.

Гидрографическая особенность территории высокая заозеренность. Озера развиваются вследствие равнинности рельефа, малой глубине эрозионного вреза рек и мерзлости грунтов. Минерализация воды в озере слабая, воды относятся к гидрокарбонатному классу. В большей степени преобладают озера термокарстового происхождения и внутриболотные озера, которые в основном имеют малые площади, глубину 1,0-1,5 м, заторфованные берега и дно.

Одной из важнейших ландшафтно-гидрологических характеристик водосбора, является его заболоченность. Болота занимают 60 % территории и влияют на качество вод и распределение стока по сезонам. На территории преобладают талые торфяники мочажин, которые в свою очередь вызывают застой больших объёмов воды. Господствующее положение занимают мхи и лишайники, которые имеют повышенную влагоёмкость.

Одним из источников питания рек являются грунтовые воды, на данной территории они относятся к пресным, гидрокарбонатно-кальциевым. Грунтовые воды подвержены колебаниям как сезонным, так и многолетним, в силу зависимости от атмосферных процессов. Грунтовые воды так же могут легко подвергаться загрязнению вследствие их близкого залегания к поверхности [Гвоздецкий, Михайлов, 1963].

1.5. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Почвы и растительность имеют несколько аспектов формирования стока, и те, и другие выполняют стокорегулирующую, водонакопительную, и водоохранную функции. Они выравнивают сток в течение года, обогащают природные воды минеральными органическими веществами, задерживают и поглощают некоторые вещества, загрязняющие в том числе, контролируют испарение с территории и накапливают в себе воду [Добровольский, 2001; Ковригов, 2000].

Территория водосбора относится к бореальному поясу, по почвенно-географическому районированию СССР [Васильевская и др., 1986].

Формируются почвы в условиях многолетней мерзлоты на песчаных отложениях морского и ледникового происхождения. Почвообразования данной

территории характеризуется низкими температурами, затруднённым испарением, широким распространением песчаных и супесчаных отложений, недостатком кислорода, бедностью минерального состава почвообразующих пород. Это в свою очередь приводит к переувлажнению почв, низкой микробиологической активности и малой мощности деятельного горизонта [Справочник...,1967].

На территории водосбора представлены подзолы иллювиально-железистые, подзолы иллювиально-железисто-гумусовые, таежные глеево-мерзлотные почвы. Подзолы иллювиально-железистые характеризуются кислой и очень кислой средой, высокой степенью ненасыщенности почвенно-поглощающего комплекса и низкой ёмкостью поглощения. Иллювиальный горизонт содержит 2-3% гумуса, а подзолистый горизонт 0,5-1%. Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые имеют высокую кислотность в подзолистом горизонте, содержание гумуса не значительное 0,3-2%. Таежные глеево-мерзлотные почвы развиваются на плоских элементах рельефа, на почвообразующих породах тяжёлых по механическому составу. Почвы кислые, имеют слабую биологическую активность и низкое плодородие [Сергеев,1976; Яскин,1999]. Кислая реакция почв способствует миграции некоторых тяжелых металлов.

За счёт наличия ММП уменьшается период поверхностного и почвенно-грунтового стока. ММП приводят к загрязнению малых рек, в связи с препятствием попадания загрязняющих веществ вглубь почв, а также уменьшается способность самоочищения водных объектов, в следствии низких температур и недостатка кислорода [Хренов,2011].

Растительность в свою очередь является источником аминокислот, экзогенных углеводов и органических кислот, которые встречаются в водах малых рек. Тайга представлена лиственнице, сосной, зеленомошно-кустарниковым лисом, лишайников. Лесообразующей породой является сосна. Болота представлены кустарничково-сфагново-лишайниковыми и осоко-пушицево-сфагновыми сообществами [Белов,1984].

Лесная растительность играет важную роль в формировании гидрологического режима. Лес распространяет уже выпавшие твердые осадки и увеличивает выпадение жидких осадков. По сравнению с безлесными участками он увеличивает суммарное испарение.

1.6. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАНДШАФТОВ

Анализируя ландшафтную структуру водосбора, можно кратко обобщить все природные стокоформирующие факторы. Можно выделить несколько гидрологических функций, которые выполняют природные комплексы: водозапасающие, водоохраные, которые защищают гидрографическую сеть и ихтиофауну, водорегулирующие, которые обеспечивают нормальный гидрологический режим [Атлас...,2004].

Данная территория относится к таёжному типу ландшафтов, северотаежному подтипу. Класс ландшафтов равнинный, подкласс сниженных равнин. Род ландшафтов: пякопурские песчаные равнины с сосново-лиственничными лесами в придолинных частях и крупно-бугристыми мерзлыми болотами на водорозделах на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых и болотных мерзлотных почвах.

По ландшафтному районированию водосбор относится Урало-Енисейской северо-таежной области, Надым-Пуровской южной провинции и Южноненецкому району [Атлас...,2004].

Ландшафтная структура водосбора зависит от мерзлых и талых горных пород, выходящих на поверхность. На них формируются редколесные, лесные или болотные растительные сообщества, которые влияют на сток.

1.7. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Ямало-Ненецкий автономный округ один из важнейших регионов нефтегазодобычи. Добыча углеводородного сырья приводит к нарушению природной среды.

Воздействием нефтедобывающего комплекса является: сброс сточных вод, загрязнение поверхностных вод отходами бурения, изменение воднобалансовых характеристик и нарушение почвенно-растительного покрова [Калинин,2010].

При буровых работах главными источниками загрязнения являются: промплощадки, буровые скважины, сборные трубопроводы, устьевое оборудование и транспорт. Всё это сопровождается свалками материалов и оборудования.

Аварийность является фактором негативного воздействия буровых скважин. Поступления загрязнителей в природную среду происходит через атмосферу, при добычи природного газа и бурении скважин. В атмосферу попадают соединения азота, углерода, бензаперен, формальдегиды и др, что в свою очередь ведёт к выпадению кислотных дождей. Кислотные осадки попадают в реку со стоком или напрямую, что ведет к нарушению водных экосистем и загрязнению [Московченко,1998].

К линейным объектам относят автодороги и трубопроводы, вследствие их строительства нарушается почвенно-растительный покров, что в свою очередь ведет к нарушению поверхностного стока. Из-за подтопления происходит нарушение водного баланса, размыв русла, отмирание древесной растительности.

Выводы:

Территория водосбора Харучейтаркаяхи переувлажнена, вследствие преобладания осадков над испарением. Избыток воды приводит к таким гидрологическим особенностям как заозеренность, заболоченность, вызывает гидроморфизацию ландшафтов, обуславливает естественное растворение и миграцию больших масс загрязняющих веществ. Заозеренность и заболоченность территории влечёт за собой уменьшение стока рек. Сток малых рек распределяется неравномерно по сезонам и по годам, что в свою очередь снижает устойчивость водотоков к антропогенной нагрузке, в особенности в зимний и осенний периоды.

От горных пород зависит химический состав природных вод. Воды имеют низкую минерализацию, вследствие бедности минералогического состава. Коэффициент фильтрации достаточно велик, так как породы сложены в основном песчаными и супесчаными отложениями.

Суровость климата приводит к неустойчивости малых рек. В зимний период идёт большое снижение водного стока, из-за промерзания рек. Реки данного района можно отнести к рекам со снеговым питанием.

Почвенный покров в большей степени влияет на гидрохимические показатели рек. Почвы данной территории имеют кислую реакцию, что приводит к миграции некоторых тяжелых металлов.

Уменьшение периода свободного поверхностного и почвенно-грунтового стока, итог наличия ММП. ММП препятствуют прониканию загрязняющих веществ в глубь почво-грунтов, что приводит к загрязнению малых рек, а также они уменьшают способность рек к самоочищению.

На данной территории загрязнение поверхностных вод и уменьшение водности рек зависит также и от техногенной нагрузки, которая нарушает естественные ландшафтные комплексы.

ГЛАВА 2. ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКИ СТОКА ВОДОСБОРА РЕК

Выбор метода для гидрологических исследований зависит от поставленной проблемы, количества и типа имеющейся информации, точности итоговых данных, временных рамок, поставленных для изучения и т.д.

Для изучения трансформации гидрологического режима и качества вод реки Харучейтаркаяха был выбран метод основанный на ограниченном количестве исходной информации. Таким методом является ландшафтно-гидрологический (ЛГМ), который был сформулирован В.Г. Глушковым, и в настоящее время имеет большое развитие, особенно на территории Сибири.

Выбор ЛГМ, для оценки изменений режима и качества вод вследствие антропогенного воздействия, обусловлен нехваткой и отсутствием некоторых данных постоянных наблюдений на малых реках. Особенность данного метода заключается в том, что он применяется для изучения условий формирования стока, в пределах водосбора реки, и для расчетов стока, при нехватке или отсутствии данных гидрологических наблюдений.

2.1. ИСТОРИЯ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

Развитие хозяйственной деятельности на водосборах рек ведет к значительному преобразованию гидрологических процессов. Чтобы избежать неблагоприятных последствий, на водосборе нужно планировать производство так, чтобы режим и величина стока рек были схожи с их естественным состоянием, а также чтобы водосбор сумел сохранить свою эластичность (самовосстанавливаться) [Антипов и др., 2007, Лукчин, 2013].

Вследствие нехватки статистической гидрологической информации, в Советском Союзе, появился и начал развиваться ландшафтно-гидрологический подход (ЛГП), который позволяет получить данные о водных ресурсах на основе характеристик природно-территориальных комплексов (ПТК) и связей между водным стоком и компонентами ПТК.

Теоретические основы ЛГМ разработаны на основе многолетнего опыта изучения гидрологических явлений и процессов в разных природных ситуациях.

Данный метод был предложен и сформулирован В.Г. Глушков в 1931-1933 гг., и по сей день имеет большое применение. К основным относятся исследования процессов в болотных ландшафтах (К.Е. Иванов), гидрологических свойств ландшафтов (А.И. Субботин и И.С. Соседов), лесных геосистем (А.А. Молчанов). Каждое из этих исследований помогли сформировать общее представление о том, как функционируют природные системы при учёте роли воды и водных объектов [Антипов и др., 2007, Капотов и др., 1992].

Представителями Института географии СО РАН были выделены три этапа развития ландшафтно-гидрологического метода: с 30-х до конца 50-х гг. XX века, 60-70-е гг. XX века, современный этап.

Во время первого этапа основными были работы В.Г. Глушкова. Он учёл антропогенные факторы развития ландшафта при разработке принципов гидрологического районирования. Также он применил впервые при изучении условий формирования стока, комплексный подход, учитывая не только климатические условия, но и геолого-геоморфологические и почвенные условия, а также растительность. К сожалению, ЛГМ не нашел применения и его заменили статистическим гидрометрическим подходом, которые уступал точности оперативность. Но даже в то время у него были сторонники, которые работали в данном направлении, это были Б.В. Поляков, В.И. Рутковский, С.Д. Муравейский, Л.К. Давыдова, П.С. Кузин, М.И. Львович [Антипов и др., 2007, Капотов и др., 1992].

Основную роль в период второго этапа отводили комплексным экспериментальным работам на стоковых и водно-балансовых станциях, малых речных бассейнах, физико-географических и отраслевых стационарах. В данный период можно выделить следующие работы: изучение территории Подмосковья (А.И. Субботин, Е.С. Змиева), ландшафтные исследования (И.И. Мамай), изучение водного баланса и его антропогенные изменения (Н.И. Коронкевич), ландшафтно-гидрологическое районирование территории Среднего Поволжья (Г.Н. Петров), моделирование в гидрологии (И.Н. Гаруман), разработка методики ландшафтно-дифференцированного анализа водного баланса (Н.А.

Солнцева, И.С. Соседова). Одним из основных итогов данного периода считается сборник «Ландшафт и воды», который посвящен методике исследования, а также особенностям водного режима в разных физико-географических условиях, также можно отметить монографию В. И. Бабкина и П.С. Кузина «Географические закономерности гидрологического режима рек» [Комлев, 2002].

В тот же отрезок времени в Институте географии РАН также проводились исследования географо-гидрологические. Основной скачок в развитии они получили, когда М.И. Львович, в 1962 году, начал формирование своей географо-гидрологической школы. Исследования в основном были направлены на изучение водного баланса и вещественного состава вод мира и СССР, изучение антропогенной деятельности на водный баланс и качество вод.

Географо-гидрологическая школа отличалась повышенным вниманием к методике исследований, которая отводит эксперименту значительное место, вниманием к генезису гидрологических процессов и их балансовой оценки, использованию косвенных показателей гидрологических процессов и явлений, широкий диапазон интересов. Участниками данных исследований были Е.И. Куприянова, А.М. Грин, Е.П. Чернышев, Н.И. Коронкевич, Ю.В. Кук, Ю.Н. Куликов, Н.Н. Дрейер, А.В. Беляев, Г.Я. Карасик и др.

Итогом многих лет работы стали карты элементов водного баланса СССР и мира, а также балансовая оценка их водных ресурсов [Антипов и др., 2007].

Дальнейшее развитие географо-гидрологического направления происходит в третий, современный этап. Основой изучения становятся малые водосборы, как начальные звенья гидросетей. Наибольший вклад привнесли работы: расчет водного баланса биогеоценозов бассейновых и долинных геосистем (А.Н. Антипов), выявление особенностей водных ресурсов для горных рек юга Дальнего Востока (А.С. Федоровский), ландшафтное направление в гидрологии (А.И. Субботин) и другие. В данный период проводились исследования определенных районов СССР, выявления закономерностей влияния отдельных геосистем на гидрологический режим, оценки антропогенного влияния на водные ресурсы.

В 1970-х – 1980-х гг. Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН начал формировать Сибирскую школу ландшафтной гидрологии, в которой лидерами выступали А.Н. Антипов, и Л.М. Корытный. В рамках первой школы были подведены итоги в книге «Географические аспекты гидрологических исследований (на примере речных систем Южно - Минусинской котловины)» А.Н. Антипова, Л.М. Корытного [Антипов и др., 2007].

Выделяют несколько направлений исследований: теоретические, экспериментальные и индикационные и прикладные гидрологические работы. К теоретическим исследованиям относят бассейновую концепцию, ландшафтно-гидрологический анализ условий формирования водного стока и оценки его состояния, опасные гидрологические процессы, моделирование и геоэкологический анализ пространственно-временной организации тепла и влаги. Экспериментальные и индикационные исследования представляют собой гидрологическое картографирование, экспериментальные работы в малых речных бассейнах, индикационные аспекты. К прикладным гидрологическим работам относят водоохранное зонирование, бассейновый менеджмент, ландшафтно-гидрологический мониторинг [Калинин, 2010; Капотов и др., 1992].

Данное направление развивалось на территории Западной Сибири благодаря В.М. Калинину, А.Н. Антипову, И.М. Романову, Л.М. Корытному. Они уделяли большое внимание малым рекам юга Тюменской области и антропогенной нагрузки на них.

2.2. СУЩНОСТЬ ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

Ландшафтно-гидрологический метод выявляет пространственно-локализованные взаимосвязи между гидрологическими явлениями и процессами, природными компонентами и структурами. Так же он учитывает роль и природных, и любых антропогенных стокоформирующих комплексов (СФК) [Лукчин, 2013].

ЛГП имеет следующие задачи: определение стоковых характеристик, типовых диапазонов слоев, коэффициентов стока, присущих объекту,

определение реакции, на внешние природные и антропогенные воздействия ландшафтного, комплекса [Калинин, 1999].

Любой речной бассейн можно представить несколькими элементарными водосборами, которые схожи примерно по природные условия. Элементарные водосборы можно также называть СФК. Средневзвешенная величина склонового стока с СФК является стокам в замыкающем створе.

Стокоформирующий комплекс (СФК) – это часть речного бассейна, представляющая собой совокупность природных компонентов, которая характеризуется относительной однородностью и определяет параметры гидрологического цикла данной территории. В пределах СФК процесс формирования стока однороден, а количественные характеристики можно усреднить [Лукчин, 2013].

Перечнем стокоформирующих комплексов, и указанием их относительной площади, можно представить водосбор. А с помощью синтеза водного баланса представленных СФК можно получить сток с водосбора.

Определить гидрологические процессы и их характеристики в границах природных систем можно с помощью эмпирического и индикационного методического приема ландшафтно-гидрологического анализа (ЛГА). Основой первого подхода являются экспериментальные данные. Из этого следует что соответствующие измерения элементов водного баланса обеспечивают репрезентативные выделы. Затем устанавливают связь между полученными данными и природными факторами, которые вследствие применяются на изученные территории [Калинин, 1999; Капотов и др., 1992].

Второй метод используется при малой изученности и нехватке материалов гидрологического изучения территории. Основывается он на гидрологической классификации и индикации. Целью метода является получить характеристики речного стока в замыкающем створе и стокоформирование в отдельных элементах комплексного или отраслевого разделения водосбора. Планируется получить интервальное, а не точное значение оцениваемых признаков, что улучшает оценку их связи [Комлев, 2002].

Учитывая при ЛГА роль природных и антропогенных стокоформирующих комплексов, можно сказать что хозяйственная деятельность изменяет структуру водосбора, что вследствие приводит к новому сочетанию СФК, а из этого следует и изменение средневзвешенных величин стока в замыкающем створе [Калинин и др., 1998].

Все расчеты проводятся в несколько этапов. В первый этап, подготовительный, проводятся картографические работы.

Труднее всего выделить однородные участки бассейнов, для которых учитывают комплекс факторов формирования подземных и склоновых стоков. В качестве СФК предлагается применить ареалы соединения растительных и почвенных условий на водосборах [Калинин, 1999].

В первую очередь необходимо выделить границы водосбора и рассчитать его площадь. Для этого целесообразней воспользоваться топографическими картами масштабом 1:100000.

На карту наносятся все озера, реки и контуры болот. Карта уклонов строится по горизонталям и отметкам высот.

Уклоны рассчитываются по формуле.

$$i = \frac{\Delta h}{L} 1000\text{‰}, \quad (2.1)$$

где i – уклон между горизонтами в ‰; Δh – сечение рельефа, м; L – расстояние между горизонтами, м.

Почвенная карта строится на основе почвенных карт административных районов, находящиеся в материалах департамента сельского хозяйства, либо на основе натурных исследований почв. Для того что бы использовать данную карту необходимо провести генерализацию.

На основе сопряженного анализа карт уклонов и почв строится карта стокоформирующих комплексов. Все ландшафтно-технологические или природные комплексы подразделяются на контуры с меньшей площадью, деление зависит от механического состава и генетического типа почв. Далее контур разделяется по уклонам, на основании резкого отличия уклонов в пределах контура. Для всех этих комплексов определяются такие

количественные характеристики как уклон, площадь, уровень грунтовых вод, водно-физические свойства почвы [Калинин, 1999; Капотов и др., 1992].

На втором этапе происходит определение и расчёт метеорологических данных. Определяются и рассчитываются осадки и максимальное возможное испарение в целом для всего водосбора, а для каждого СФК в период снеготаяния определяется глубина промерзания, снегозапас и влажность почвы. Также для всех выделенных контуров определяют полную и наименьшую влагоемкость, коэффициент фильтрации почв и максимальную гигроскопичность.

Во время третьего этапа производится расчет весеннего стока в целом для всего водосбора и для каждого СФК в отдельности. При этом рассматривают два случая расчёта, при наличии и при отсутствие данных о стоке в замыкающем створе. Расчёты можно провести в специальной компьютерной программе [Комлев, 2002].

Определение величины весеннего стока происходит для суходольных и для болотных СФК по двум разным формулам [Калинин, 1999].

Формула для дренированных контуров:

$$y_c = \frac{ax}{a\sqrt{1+\left[\frac{ПВ-МГ}{b(W-МГ)}\right]^{-am}}}, \quad (2.2)$$

Формула для заболоченных контуров:

$$y_3 = x \left[a - (a - \eta_c) \left[1 + \left(3,7 \frac{h}{h_{кр}} \right)^{-5} \right]^{1/3} \right], \quad (2.3)$$

где y_c , y_3 – сток с дренированных и заболоченных контуров; x – снегозапасы на конец зимы, мм; ; a , b , m , η_c – числовые параметры; ПВ – полная влагоемкость активного слоя, мм; МГ – максимальная гигроскопичность активного слоя, мм; W – влагозапасы активного слоя почвы, мм; h – средний уровень грунтовых вод за период весеннего стока, мм; $h_{кр}$ – критический уровень грунтовых вод, прекращение заметного влияния на влагозапасы активного слоя почвы, м.

Числовые параметры: a – зависит от отношения уклона и площади СФК, m и b определяются коэффициентом фильтрации активного слоя почвы и глубиной

промерзания почвы, η_c – зависит от влагозапасов и водно-физических свойств почвы [Калинин, 1999; Капотов и др., 1992].

Механический состав и тип растительности определяет коэффициент фильтрации и водно-физические свойства почв.

Формула расчёта общего стока в замыкающем створе:

$$Y_{\text{общ}} = \frac{f_1 y_1 + f_2 y_2 + \dots + f_n y_n}{F}, \quad (2.4)$$

где $Y_{\text{общ}}$ – слой стока в замыкающем створе, мм; y_1, y_2, \dots, y_n – слой стока с СФК, мм; f_1, f_2, \dots, f_n – площадь СФК, км².

Формула расчёта годового стока:

$$y_{\Gamma} = a y_{\text{в}} + b, \quad (2.5)$$

где y_{Γ} – слой годового стока, мм; $y_{\text{в}}$ – слой весеннего стока в замыкающем створе, мм; a, b – числовые параметры.

Числовые параметры a и b можно определить, опираясь на корреляционные связи по данным наблюдений. Данные значения принимают за, $a=1,17$; $b=3,2$, в том случае если расчеты производятся для неизученного створа.

При определении гидрологических характеристик комплекса считаются наиболее важными условия пополнения подземных влагозапасов и формирование поверхностной части стока. Затруднение расчётов стока, основанных на ландшафтной информации, возникает вследствие дренирования русловой сетью, динамике пополнения подземных влагозапасов и формирования поверхностной части стока. Нужно так же учитывать то, что речной сток является интегральной величиной, это значит, что он формируется поэтапно и сохраняет индивидуальные черты в той или иной степени на участке ландшафтного комплекса [Комлев, 2002].

Выводы:

Ландшафтно-гидрологический метод позволяет выявить и описать стокоформирующую, стокорегулирующую и водоохраную функцию ландшафтов, а также определить количественные характеристики водного стока рек. Преимущество данного метода в том, что он позволяет оценить

гидрологические характеристики для мало изученных территорий. Он так же может решать водно-экологические проблемы появляющиеся в результате освоения и разработки новых территорий.

Схема водно-балансовых расчетов, разработанная В.М. Калининым, хорошо подходит для территории ЯНАО, так как учитывает значительную заболоченность, заозеренность и лесистость, что является спецификой данной территории.

Также преимущества этого метода заключается в том, что он не имеет громоздких формул и не требует применения многочисленных коэффициентов, трудно определяемых для мало изученных территорий.

ГЛАВА 3. ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДАБЫЧИ

3.1. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Нефтегазовый комплекс оказывает прямое и косвенное воздействие на химические показатели водных объектов. Косвенное влияние выражается в изменении свойств природных компонентов, таких как приземный слой атмосферы, растительность, почвы, которые влияют на формирования качества речного стока. Например, загрязнение атмосферного воздуха, выпадение осадков достаточно сильно изменяют химические свойства вод [Хорошавин, 2005].

На начальном этапе обустройства всех нефтегазопромысловых объектов, главными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, который осуществляет подвоз материалов, тяжелые строительные машины и спецтехника. Выбросы осуществляют буровые установки, электростанции, оснащенные двигателями внутреннего сгорания.

Поступление нефтяных углеводородов в атмосферу связано с видом и качеством топлива, режимом работы и техническим состоянием двигателя. Наиболее значительные выбросы двигателя внутреннего сгорания и опасные по составу, происходят при работе на малых скоростях и «холостом ходу».

Во время эксплуатации месторождений основными источниками загрязнения атмосферного воздуха становятся: выбросы нефти и газа через скважную арматуру, осушка нефти, установки сепарации газа, запальные свечи, факелы сжигания попутного нефтяного газа, газоперерабатывающее оборудование, замерные устройства, котельные, работающие на жидком топливе, насосные станции, резервуары хранения нефти, печи подогрева нефти, резервуары очистных сооружений. На этом фоне доля транспорта значительно снижается [Быковский, 1999].

Огромное воздействие нефтегазодобыча оказывает на геологическую среду. Во время строительства и эксплуатации скважин может произойти

переток флюидов из одних горизонтов в другие, к выходу на поверхность и в подземные водоносные горизонты нефтесодержащих минерализованных вод. Это приводит к поступлению компонентов в реки, которые для них нехарактерные. Например, нефтяные углеводороды, сульфаты натрия и кальция, хлориды [Черных, 1995].

Состояние почв в районах нефтяных месторождениях критическое, так как они подвергаются мощной трансформации [Пиковский, 1988]. При авариях на нефтепроводах, скважинах, водоводах и т.д., происходит загрязнения нефтяными углеводородами, солями кальция и натрия. Так же источниками загрязняющих веществ являются действующие и захороненные амбары-шламонакопители с радиусом загрязнения 50-200 м.

В целом можно отметить, что трансформация почв вследствие загрязнения приводит к кардинальным изменениям процессов растворения, аккумуляции и миграции веществ в грунтовых водах, которые питают реки.

На растительный покров нефтегазодобыча влияет несколькими способами: прямое уничтожение растительного покрова; механические и химические нарушения древостоя, подлеска, подроста; изменение гидрологического режима территории и, вследствие этого, нарушения структуры фитоценозов; уничтожение и изменение растительности при загрязнении нефтью, буровыми растворами, продуктами неполного сгорания газа и топлива, минерализованными водами; остатками отходов строительства; уничтожение и нарушение растительности пожарами [Елин, 2001].

Прямое воздействие на качество природных вод характеризуется: сбросом сточных вод, различных по происхождению и составу; увеличением мутности речной воды при прокладке коммуникаций и т.п. Сточные воды, которые сбрасываются промышленными объектами, содержат высокие концентрации загрязняющих элементов и соединений.

Загрязняющие вещества, в больших количествах, попадают в водные объекты очень часто при авариях во время функционирования систем сбора нефти и конденсата, водоводов, продуктопроводов и т.п. [Хорошавин, 2005].

Полноценный учёт всех источников загрязнения предоставить сложная задача, так как освоение месторождений и добыча нефти и газа имеет сложную систему, с достаточно большим количеством опасных объектов, которые отличаются между собой спецификой техногенных водных стоков, идущих от них.

Классифицировать источники загрязнения можно разными способами. В данной работе основной упор делается на разделение точечных и диффузных (рассредоточенных) источников загрязняющих веществ. Их разделяют по происхождению, по площади и функциональным особенностям с учётом химического состава водных стоков. Более подробно данные источники загрязнения будут рассмотрены далее [Михайлов, 2000].

Больше всего распространены загрязнения по происхождению промышленные и автотранспортные. На автотранспортное загрязнение указывают повышенные концентрации нефтепродуктов в воде, а также высокое содержание кадмия и свинца. Нефтепромышленные загрязнения характеризуются содержанием фенола. Фенол окисляет непредельные и ароматические углеводороды, которые содержатся в сырой нефти.

3.2. ТОЧЕЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

Точечные источники представляют собой более-менее стабильные объекты по расходу и концентрации загрязняющих веществ, которые сбрасываются в окружающую среду. Диапазон, в котором изменяются их характеристики, меньше полного порядка величины. Количественная характеристика загрязняющих веществ из такого источника не связана с метеорологическими факторами. Данные источники являются «идентифицируемыми точками» [Михайлов, 2000].

Точечные источники можно разделить на организованные и контролируемые, и неорганизованные и неконтролируемые. В свою очередь организованные и контролируемые делятся: сбросы канализационных очистных сооружений городов, поселков; хозяйственно-бытовые и производственные

воды после очистных сооружений газовых и нефтяных промыслов, заводов по переработке углеводов. В итоге их подразделяют на нормативно очищенные и недоочищенные и без очистки [Хорошавин, 2005].

К неорганизованным и неконтролируемым точечным источникам можно отнести:

1. прорывы и свищи на нефтепроводах, конденсатопроводах, метанолпроводах, продуктопроводах и водопроводах в пределах русел рек;
2. локализованные склады и свалки химических реагентов и стоки буровых в непосредственной близости от водотока;
3. аварийно-функционирующие и неправильно законсервированные эксплуатационные и разведочные скважины;
4. амбары-шламонакопители на болотах, в поймах рек.

Вследствие загрязнения точечными источниками в водные объемы могут попасть: синтетические поверхностно-активные вещества, бактериальные и вирусные загрязнители, взвешенные вещества, хлориды, сульфаты тяжелых и прочих металлов, нефтяные углеводороды.

3.3. РАССРЕДОТОЧЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК

Основное загрязнение малых рек Западной-Сибири приходится на рассредоточенные по месторождению неорганизованные источники. Это можно доказать тем что в период весеннего половодья степень загрязнения нарастает, а в период межени снижается [Калинин, 2001]. Загрязняющие вещества поступают не регулярно, в отличии от организованных сбросов, а во время таяния снега и ливней, когда со стоком они захватываются с территории водосбора.

Рассредоточенные источники в основном весьма динамичны, но характеристики их изменяются через произвольные, перемежающиеся интервалы. При этом «выходные параметры» источников изменяются на несколько порядков. Количественная величина от нагрузки от источника очень связана с метеорологическими условиями, в первую очередь с осадками. Довольно часто источники загрязнения могут быть не идентифицированы и не определены явно [Михайлов, 2000].

Источниками рассредоточенного (диффузного) загрязнения могут быть: грунты участков вокруг амбаров-шламонакопителей и аварийно-функционирующих скважин; нефтезагрязненные участки на водосборах рек вдоль аварийных нефтепроводов и вокруг кустовых оснований; загрязненный атмосферными выпадениями и разливами снег [Хорошавин, 2005].

В пределах района водосбора реки Харучейтаркаяха в основном источниками загрязнения являются нефтезагрязненные участки. Нефть может попасть в природную среду при авариях во время эксплуатации внутрипромысловых шлейфов, магистральных нефтепроводов, межпромысловых коллекторов, при нарушениях при ремонте объектов нефтедобычи, неправильного хранения горюче-смазочных материалов, регламента захоронения отходов производства, сточных вод и т.п.

Разливы и утечки нефти способствуют загрязнению водной среды нефтепродуктами. При аварии, которая сопровождается разливом нефти в окружающей среде, нефтяные углеводороды имеют свойства накапливаться на поверхности почв и растительности в свободной форме, а также поглощаются почвенными частицами, трещинами и порами, торфом. Вследствие, нефть, вымывается из почвы водами осадков, со стоком, мигрируя в разнообразном виде попадая в реки. Самой опасной частью углеводородов, для водной среды, является его растворимая часть, из-за возможности миграции на большие расстояния [Жузе, 1986].

Анализируя растворимость НУВ в природных водах необходимо учитывать внешние условия среды и присутствие других веществ. К примеру, коллоидная растворимость нефти имеет тенденцию усиливаться в присутствии питательно-активных веществ, которые могут быть представлены соединениями гумусовых кислот, высокомолекулярными жирными кислотами и т.п. На данный момент недостаточно данных о трансформации нефтепродуктов в водоемах, ни известно, что деградация высокомолекулярных и неуглеводородных частей нефти может привести к появлению более токсичных и опасных продуктов, чем исходные [Быков, Васильев, 1972].

Разложение нефтепродуктов в почве, на самом деле очень сложный физический и биогеохимический процесс, в котором основополагающее значение в экстремальных северных условиях имеет активность комплекса почвенных микроорганизмов, обеспечивающих полную минерализацию нефти.

Естественное разрушение нефти с химической стороны, полностью в таёжных почвах заканчивается не ранее чем через 25 лет, хотя токсические свойства нефти уже через 10-12 лет исчезают, так как частично включаются в почвенный гумус, растворяются и удаляются из профиля [Оборин и др., 1988].

Вымывание нефтепродуктов поверхностными водами может продолжаться, например, в условиях лесотундры, многие годы после разлива, даже тогда концентрация НУВ в склоновом поверхностном стоке может превышать ПДК во много раз, и сток, скорей всего продолжает выполнять очищающую функцию.

Поступление НУВ с загрязнённых земель контролировать очень сложно, и даже иногда невозможно. Необходимы методы, которые позволят, опираясь на малое количество исходной информации, оценить вынос нефтепродуктов или других загрязняющих веществ со склоновым стоком [Хорошавин, 2005].

К примеру, сотрудниками Бюро экологических экспертиз УрО РАН были проведены работы по определению фоновых концентраций нефтепродуктов в речных водах и их суммарного выноса за определенный промежуток времени с территорий на которых расположены нефтяные месторождения. Для количественного определения выноса основных поллютантов использовалась формула:

$$E = Q \times C, \quad (3.1)$$

где E - вынос загрязняющих веществ (мг/с), Q - расход воды в реке (л/с), C - концентрация нефтепродуктов или других загрязняющих веществ в воде (мг/л).

Для того чтобы оценить вклад рассредоточенных источников в загрязнение малых рек нефтегазовых месторождений, была предложена Калининым В. М. эмпирическая формула зависимости модуля смыва нефти от площади нефтезагрязнения, модуля стока воды и фонового содержания нефтепродуктов.

Формула имеет следующий вид:

$$\mu = 0,42M_3 \left[1 - \exp \left(-40 \frac{f_3}{F} \right) \right] + a_\phi M \left(1 - \frac{f_3}{F} \right), \quad (3.2)$$

где μ – модуль смыва нефти мг/с км²; 0,42 – эмпирически полученный коэффициент a_m , равного концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при максимальной замазученности водосбора; M_3 – модуль стока воды с нефтезагрязненной части водосбора, л/с км²; F – площадь водосбора, км²; a_ϕ – параметр, равный концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при отсутствии нефтезагрязненных земель (фоновое состояние); M – обобщенный по территории модуль стока воды, л/с км².

В последующем формула была преобразована Хорошавиным В. Ю. и Моисеенко Т. И. для территории бассейна Пура. Были проведены полевые и аналитические работы в ходе которых выявили осредненные величины концентрации нефтепродуктов в склоновом поверхностном стоке при максимальной степени замазученности (a_m), что позволило провести верификацию формулы для малых водосборов на нефтегазовых месторождениях на территории бассейна Пура и получить модель вида [Хорошавин,2005]:

$$\mu = 0,25M_3 \left[1 - \exp \left(-60 \frac{f_3}{F} \right) \right] + a_\phi M \left(1 - \frac{f_3}{F} \right), \quad (3.3)$$

где μ – модуль смыва нефти мг/с км²; 0,25 – эмпирически полученный коэффициент a_m , равного концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при максимальной замазученности водосбора; M_3 – модуль стока воды с нефтезагрязненной части водосбора, л/с км²; F – площадь водосбора, км²; 60 – коэффициент, который выражает соотношение площадей загрязненных и чистых участков на водосборе; a_ϕ – параметр, равный концентрации нефтепродуктов в замыкающем створе при отсутствии нефтезагрязненных земель (фоновое состояние); M – обобщенный по территории модуль стока воды, л/с км².

Данная модель значительно важна для оценки экологического состояния водных объектов. Её можно использовать при небольшом количестве исходных данных, для того чтобы оценить роль диффузного загрязнения в трансформации качественного состава крупных рек, который в свою очередь формируется

качеством вод малых рек, дренирующих нефтяные месторождения и другие промышленные объекты.

Выводы:

На данной территории складывается критическая ситуация с загрязнением водной среды нефтепродуктами, хлоридами, тяжелыми металлами под воздействием развивающегося нефтегазодобывающего комплекса. Основная масса поллютантов поступает в малые реки не на прямую, а через загрязненные почвы и выбросы в атмосферу.

Источник ухудшения водно-экологической ситуации являются нефтяные разливы и утечки с объектов нефтегазодобывающей промышленности, которые приурочены к разрабатываемым месторождениям. Рассредоточенные источники влияют на загрязнение водосбора в несколько раз больше, чем точечные организованные источники.

Загрязнение малых рек нефтепродуктами распределяются по территории водосбора достаточно неравномерно. Наиболее эффективной, для оценки диффузного загрязнения малых рек, оказалась модель (3.3), которая получилась с помощью адаптации метода ЭГР к местным условиям.

ГЛАВА 4. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

4.1. ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА

При анализе первоначально проводятся картографические работы. В первую очередь был произведен подбор топографической карты с масштабом 1:100 000. Для работ была выбрана топографическая карта Q-43-137,138, изданная в 1990 году и взятая с сайта «<http://loadmap.net>».

Картографические работы проводились с помощью программы ArcMap. В первую очередь был выделен водосбор исследуемой реки по наивысшим отметкам местности. Площадь водосбора реки Харучейтаркаяха равна 64 км². От величины площади водосбора зависит количественная характеристика стока реки. При одинаковых условиях, большая площадь водосбора приводит к большему расходу воды в реке и большей роли его как регулятора стока [Комлев, 2002].

Водосбор реки Харучейтаркаяха имеет вытянутую форму. Из этого следует что пики половодья реки имеют распластаный характер. Это связано со временем добегания воды по русловой сети. Закономерность состоит в том, что более вытянутый водосбор, имеет наибольшее распластование пиков половодья, вследствие небольшой боковой приточности [Калинин, 1999].

Следующим этапом является построение карты уклонов.

Карта уклонов была построена по горизонталям и отметкам высот. Уклоны между горизонтами рассчитывались по формуле (2.1).

На карте уклонов водосбора р. Харучейтаркаяха (Приложение 1) можно увидеть, что территория имеет небольшие уклоны, они изменяются от 0 до 20%. Большая часть водосбора имеет уклоны от 0 до 10%.

От уклона поверхности зависит скорость движения воды. Наибольшие уклоны ведут к большей скорости. Более высокие скорости, приводят к большему стоку в замыкающем створе, вследствие меньших затрат на

инфильтрацию и испарение. Исследуемый водосбор имеет небольшие уклоны поверхности, вследствие этого вода застаивается [Калинин, 1999; Капотов и др., 1992].

Построение почвенной карты водосбора реки Харучейтаркаяха (Приложение 2) производилось на основе анализа почвенной и растительной карты ЯНАО, так как для данной территории нет почвенных карт крупного масштаба.

На территории водосбора было выделено 6 типов почв:

1. Дерново-аллювиальные почвы в пределах исследуемого водосбора встречаются в пойме реки. Данный тип почв имеет площадь 2,1 км² на данной территории.

2. Болотные низинные торфяные почвы встречаются в пределах водосбора на небольших участках по периферии. Площадь данного типа почв равна 13,6 км² на данной территории.

3. Верховые торфяно-глеевые почвы встречаются по всей территории водосбора повсеместно и имеют общую площадь 21,6 км².

4. Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые на исследуемом водосборе встречаются в среднем и верхнем течении реки. Общая площадь данного типа почв составляет 7,4 км².

5. Подзолы иллювиально-железистые встречаются в верхнем, среднем и нижнем течении реки Харучейтаркаяха. Площадь составляет 15,1 км².

6. Антропогенно-нарушенные почвы располагаются на осушенных болотах в среднем и нижнем течении реки и занимают площадь равную 3,9 км².

Соотношение, всех типов почв в процентах на водосборе: наибольшую площадь занимают верховые торфяно-глеевые 33,8%, далее идут с чуть меньшей площадью подзолы иллювиально-железистые 23,6%, затем болотные низинные торфяные почвы 21,4%, подзолы иллювиально-железисто-гумусовые 11,7%, антропогенно-нарушенные почвы 6,1% и наименьший площадь занимают дерново-аллювиальные почвы 3,3%.

Механический состав имеет большое влияние на водный сток, он определяет водно-физические свойства, которые указаны в таблице 2.

Таблица 2

Водно-физические свойства почв водосбора реки Харучейтаркаяха

| Типы почв | Механический состав | ПВ,% от объема | НВ,% от объема | МГ,% от объема | Параметр r |
|---|---------------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| Дерново-аллювиальные | Супесь | 45,5 | 27,7 | 8,2 | 1,6 |
| Болотные низинные торфяные | Торф | 95,0 | 60,0 | 20 | 3 |
| Верховые торфяно-глеевые | Торф | 95,0 | 60,0 | 20 | 3 |
| Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые | Супесь | 45,5 | 27,7 | 8,2 | 1,6 |
| Подзолы иллювиально-железист | Супесь | 45,5 | 27,7 | 8,2 | 1,6 |
| Антропогенно-нарушенные | Торф | 90 | 50 | 20 | 2 |

Данные по водно-физическим свойствам для северотаёжных почв не определены, поэтому данные брались по дерново-подзолистым почвам (самым северным) с учётом механического состава.

Полная (ПВ) и наименьшая (НВ) влагоемкость определяет водоудерживающую способность почв. Если водоудерживающая способность высокая, то основная часть влаги, которая проникла в почву может расходоваться на испарение, вследствие этого уменьшая водный сток.

Завершающий этап картографических работ – построение карты стокоформирующих комплексов водосбора реки Харучейтаркаяха до освоения (Приложение 3) и после освоения (Приложение 4). Данные карты строятся путем объединения составленных ранее карт уклонов и почв [Калинин, 1999].

Водосбор реки Харучейтаркаяха представлен девятью стокоформирующими комплексами, до освоения:

1. Склоновая поверхность занятая кустарничково-лишайниковой по буграм и травяно-моховой по понижениям растительностью на верховых торфяно-глеевых почвах в пределах исследуемого водосбора представлен небольшим участком, расположенными на периферии. Общая площадь комплекса невелика и составляет 1,07 км², в процентном соотношении составляет 1,7%. Уклон данной территории составляет 12,3 ‰.

2. Крупнобугристые кустарничково-сфагново-лишайниковыми и осоко-пушицево-сфагновые болота в сочетании с озерково-мочажинными болотами на болотных низинных торфяных почвах встречающиеся небольшими участками на периферии. Площадь комплекса равна 13,08 км² (20,4%). В среднем уклон поверхности равен 2,9 ‰.

3. Хорошо дренированные поверхности долины реки малого порядка занятая лиственнично-сосновыми кустарничково-лишайниковыми редкостойными лесами на дерново-аллювиальных почвах, общая площадь которых равна 2,15 км² (5,1%), уклон равен 8,1 ‰.

4. Повсеместно распространены плоскобугристые кустарничково-мохово-лишайниковые на буграх и осоково-пушицевые по мочажинам на верховых торфяно-глеевых почвах, уклон в среднем составляет 6,3 ‰. Занимает наибольшую площадь водосбора и составляет 21,7 км² (33,9 %).

5. Сосново-кедровые с лиственницей сфагново-лишайниковые леса на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых песчаных. Данный комплекс в среднем и нижнем течении реки. Общая площадь равна 5,5 км² (8,6 %), средний уклон поверхности 5,6‰.

6. Лиственнично-сосновые зеленомошно-кустарничковые леса на подзолах иллювиально-железистых песчаные, встречаются в верхнем, среднем и нижнем течении реки Харучейтаркаяха. Этот комплекс занимает 14,6 км² (22,8 %), уклон поверхности равен 6,1 ‰.

7. Склоновые поверхности заняты сосновые-лиственничные сфагново-лишайниковые леса на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых песчаных, представленный небольшим участком водосбора. Занимает небольшую площадь 2,4 км² (3,8 %), уклон в среднем равен 15,7 ‰.

8. Склоновые поверхности заняты лиственнично-сосновые кустарничково-лишайниковые травяно-моховые леса на подзолах иллювиально-железистых супесчаных, на водосборе встречается в нижнем течении реки. Комплекс имеет площадь 1,9 км² (3 %), с наибольших уклонов 16,1 ‰.

9. Лиственнично-сосновые лишайниково-моховые редколесья на подзолах иллювиально-железистых супесчаных, комплекс представлен небольшим участком, расположенными на периферии. Площадь равняется 0,72 км² (1,1 %), уклон в среднем составляет 12,5 ‰.

После освоения данные стокоформирующие комплексы изменяются по площади (Приложение 4) и добавляется еще один СФК (10): грунтовые насыпи без покрытия на антропогенно-нарушенных почвах на месте высушенных болот, встречаются на водосборе в среднем и нижнем течении реки. Площадь комплекса равна 3,9 км², уклон поверхности 11,6 ‰.

Снегозапасы распределены по водосбору равномерно, это связано с невысоким растительным покровом и не обладанием задерживающей способностью [Капотов и др., 1992]. Глубина сезонного промерзания почв в среднем равна 135см. Все метеоданные которые были использованы сопоставлены в таблице 3

Влагозапасы рассчитаны по следующим формулам:

$$pw = \frac{w_c - \text{МГ}}{\text{ПВ} - \text{МГ}} , \quad (4.1)$$

$$W_c = \text{НВ} \times V_c , \quad (4.2)$$

где pw – влагозапасы, мм; МГ – максимальная гигроскопичность, %; ПВ – полная влагоемкость, %; НВ – наименьшая влагоемкость, %; V_c – в расчетном периоде средняя влажность активного слоя почвы, в долях наименьшей влагоемкости.

Метеоданные исследуемого водосбора

| № СФК | Метеоданные | | |
|-------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | Влагозапасы, мм | Снегозапасы, мм | Глубина промерзания, м |
| 1 | 0.8 | 162 | 1,35 |
| 2 | 0.8 | 162 | 1,35 |
| 3 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 4 | 0.8 | 162 | 1,35 |
| 5 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 6 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 7 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 8 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 9 | 1.1 | 162 | 1,35 |
| 10 | 0.8 | 162 | 1,35 |

Что бы рассчитать среднюю в расчетном периоде влажность активного слоя в долях наименьшей влагоемкости (V_c), нужно рассчитать наибольшее возможное испарение. Результат представлен в таблице 4. Годовая величина наибольшего возможного испарения можно рассчитать по формуле:

$$Z_{m.g} = 5,12 \sum_{VI}^{IX} t + 306, \quad (4.3)$$

$$Z_{m.g} = 564,56 \text{ мм}$$

где $Z_{m.g}$ – величина максимально возможного испарения за год, мм; $\sum_{VI}^{IX} t$ – сумма среднемесячных температур воздуха за период июнь-сентябрь.

Среднюю влажность активного слоя почвы, после того как рассчитали максимальное возможное испарение, вычислили в программе VIK составленной В.М. Калининым. Все данные пригодившиеся для расчётов в программе представлены в таблице 5.

Расчет максимально возможного испарения

| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---------------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|
| Температура воздуха, °С | -22 | -19 | -2.9 | -2.7 | 6.6 | 13.1 | 20.5 | 15.8 | 8.2 | 1.1 | -13 | -14 |
| Дефицит влажности воздуха | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1 | 1.9 | 4.7 | 6.6 | 3.9 | 1.8 | 0.6 | 0.3 | 0.3 |
| Z_m , мм | 5,1 | 5,1 | 10,1 | 26 | 49,1 | 121,4 | 167 | 101 | 46,3 | 15,5 | 7,7 | 7,7 |

Таблица 5

Данные для расчёта V_C

| Период | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI-IV |
|------------|------|-------|-----|------|------|------|-------|
| Z_m , мм | 49,1 | 121,4 | 167 | 101 | 46,3 | 15,5 | 61.7 |
| КХ, мм | 35 | 62 | 67 | 67 | 70 | 49 | 148 |

Значения, средней влажности активного слоя почвы, которые были получены, представлены в таблице 6.

После сбора и расчета всех метеоданных, подсчёта площадей стокоформирующих комплексов, производился расчёт стока с каждого СФК и общего водного стока в замыкающем створе с водосбора. Подсчёты производились в программе SWS созданной В.М. Калининым. Все данные которые применялись для расчёта представлены в (Приложения 3,4).

Годовой сток рассчитывается по формуле:

$$y_{\Gamma} = ay_{\text{в}} + b, \quad (4.4)$$

где y_{Γ} – слой годового стока, мм; $y_{\text{в}}$ – слой весеннего стока, мм; a, b – числовые параметры, равные $a=1,17$; $b=3,2$.

Средняя влажность активного слоя почвы в долях наименьшей влагоемкости, распределенная по стокоформирующим комплексам водосбора реки Харучейтаркаяха

| № СФК | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V _c , % от НВ | 1.38 | 1.38 | 1.76 | 1.38 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.76 | 1.57 |

Полученный результат занесён в таблицы (Приложения 3,4). На основе анализа полученных данных можно сделать вывод, что наибольший сток формируется на склоновых поверхностях, это связано с тем что при большем уклоне меньше тратится воды на инфильтрацию и испарение.

До освоения территории, картина выглядела следующим образом. Самый большой водный сток в пределах исследуемого водосбора формируется на склоновых поверхностях занятые лиственнично-сосновые кустарничково-лишайниковые травяно-моховые леса на подзолах иллювиально-железистых супесчаных, весенний сток составляет 157,63 мм, а годовой 187,6 мм. Наименьший водный сток формируется на плоскобугристых кустарничково-мохово-лишайниковых на буграх и осоково-пушицевых по мочажинам на верховых торфяно-глеевых почвах, весенний сток равен 49,9 мм, а годовой 61,1 мм. На водосборе реки Харучейтаркаяха общий весенний сток в замыкающем створе составляет 88,56 мм, а годовой сток 106,8 мм.

Годовой объем стока рассчитывается по следующей формуле:

$$W_{\Gamma} = Y_{\text{общ}} \times F \times 10^3, \quad (4.5)$$

где W_{Γ} – годовой объем стока, м³; $Y_{\text{общ}}$ – годовой слой стока в замыкающем створе, мм; F – площадь всего водосбора, км².

Годовой объем стока (W_{Γ}) водосбора реки Харучейтаркаяха, до освоения, составляет 6835200 м³ (6,84 млн. м³).

После освоения территории общий весенний сток в замыкающем створе и годовой сток на водосборе реки уменьшился и составил 62,49 мм и 76,31 мм соответственно. Уменьшение водного стока произошло вследствие осушения болот, место которых заняли грунтовые насыпи на которых расположились дороги и кустовые площадки. Они перекрыли частично естественный ход стока.

Вследствие также произошло и уменьшение годового объема стока (W_{Γ}) водосбора реки Харучейтаркаяха. После антропогенного вмешательства объем стока составил 4883840 м³ (4,88 млн. м³), это на 1,96 млн. м³ (на 28,7%) меньше чем было до освоения. Антропогенное изменение территории составило 6,1% от общей площади водосбора реки Харучейтаркаяха.

4.2. ТРАНСФОРМАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Пуровский район ЯНАО специализируется на добыче газа и нефти. Данная отрасль является одним из главных факторов преобразования окружающей среды. Состояние и качество воды малых рек является важнейшим показателем экологической обстановки на данной территории. При рассмотрении качественного аспекта трансформации стока, в наибольшей степени от развития топливной энергетики страдают малые водотоки.

Техногенные и природно-техногенные источники, трансформации качества вод малых рек, подразделяются на точечные источники и рассредоточенные (диффузные) источники.

Точечные источники представлены более-менее стабильными объектами по расходу и концентрации загрязняющих веществ, которые сбрасываются в окружающую среду. На территории исследуемого водосбора официальных точечных источников сброса загрязняющих веществ не расположено.

Рассматривая литературные данные [Михайлов, 2000; Калинин, 2001; Хорошавин, 2004] можно сделать вывод, что в основном нагрузку на водные объекты обуславливают диффузные загрязнения. Малые реки в основном

загрязняют рассредоточенные по месторождению неорганизованные источниками.

Доказательством того, что диффузные источники имеют огромное значение в загрязнении рек, может служить выявленная [Калинин, 2001; др.] закономерность увеличения степени загрязнения в весеннее половодье и уменьшение в период межени. Из этого следует, что загрязняющие вещества поступают не регулярно, а в основном в период таяния снега и ливней.

На территории водосбора реки Харучейтаркаяха располагается часть Муравленковского нефтегазового месторождения. Разработкой данного месторождения занимается компания ОАО «Газпромнефть–Ноябрьскнефтегаз», оно относится к филиалу «Муравленковскнефть» (г. Муравленко).

Диффузные источники загрязнения на водосборе представлены автодорогами, кустовыми площадками и нефтезагрязненными участками.

На промысловых объектах всегда складывались и складываются аварийные ситуации. Разливы и утечки нефти приводят к загрязнению водной среды нефтепродуктами. Нефтяные углеводороды, в результате аварий, накапливаются на поверхности почв и растительности, а в последствии вымываются водами осадков со стоками [Жузе, 1986].

В пределах водосбора реки Харучейтаркаяха было выявлено [Ткаченко, 2020] одиннадцать разливов нефти, на 2018 год, которые представлены на рисунке 1. Все данные нефтяные разливы приурочены к кустовым площадкам. Их общая площадь на водосборе составляет 0,0094 км², что составляет 0,015 % от общей площади.

По данным [Отчет «Гидрохимическое...», 1996] содержание нефтепродуктов в 1996 году в реке Харучейтаркаяха в весеннее половодье, а именно в мае, составило 0,05 мг/дм³, а в летне-осеннюю межень 0,02 мг/дм³.

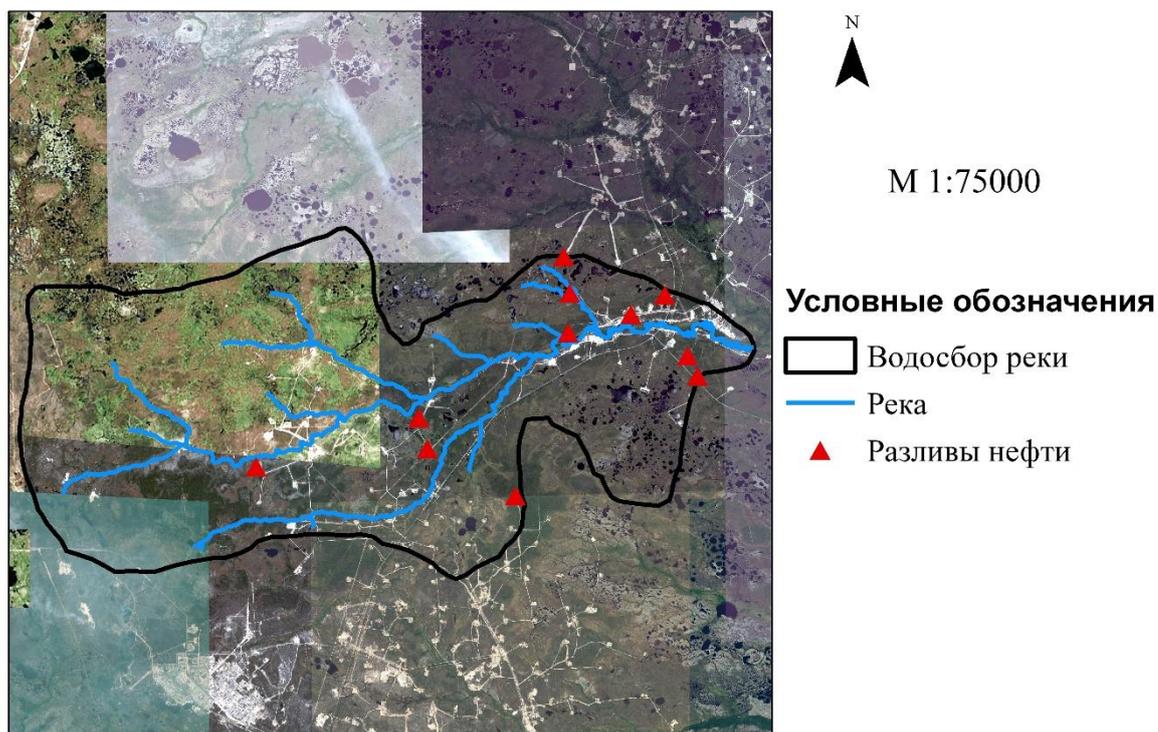


Рис. 1. Разливы нефти в пределах водосбора реки Харучейтаркаяха

Для оценки превышений содержания нефтепродуктов в воде, была выбрана предельно допустимая концентрация (ПДК) для вод рыбохозяйственного назначения, которая составляет $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Данная предельно допустимая концентрация была выбрана в связи с тем, что является самым жёстким нормативом.

Содержание нефтепродуктов в воде и донных отложениях в различные года в летне-осеннюю межень представлены в таблице 7. Можно увидеть, что в 2014 году содержание нефтепродуктов [Справочник «Экологический..», 2015] равнялась значению ПДК. В 2018 и 2019 годах содержание нефтепродуктов увеличилось и составило 1,12 ПДК и 1,20 ПДК соответственно. Химический анализ проб 2018 и 2019 годов проводились в Лаборатории экологических исследований Тюменского государственного университета, используя методику выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе

жидкости «Флюорат-02» [ПНД Ф 14.1:2:4.128-98], отбор проводился Соромотиным А. В. и автором работы. Сравнение содержания нефтепродуктов в воде реки и ПДК представлены на рисунке 2.

Таблица 7

Содержание нефтепродуктов в реке Харучейтаркаяха

| Год | Нефтепродукты, мг/дм ³ вода | Нефтепродукты, мг/кг донные | ПДК, мг/дм ³ вода |
|---------|--|-----------------------------|------------------------------|
| 09.1996 | 0,020 | - | 0,05 |
| 09.2014 | 0,050 | 10,14 | 0,05 |
| 09.2018 | 0,056 | 12,00 | 0,05 |
| 09.2019 | 0,060 | 12,00 | 0,05 |

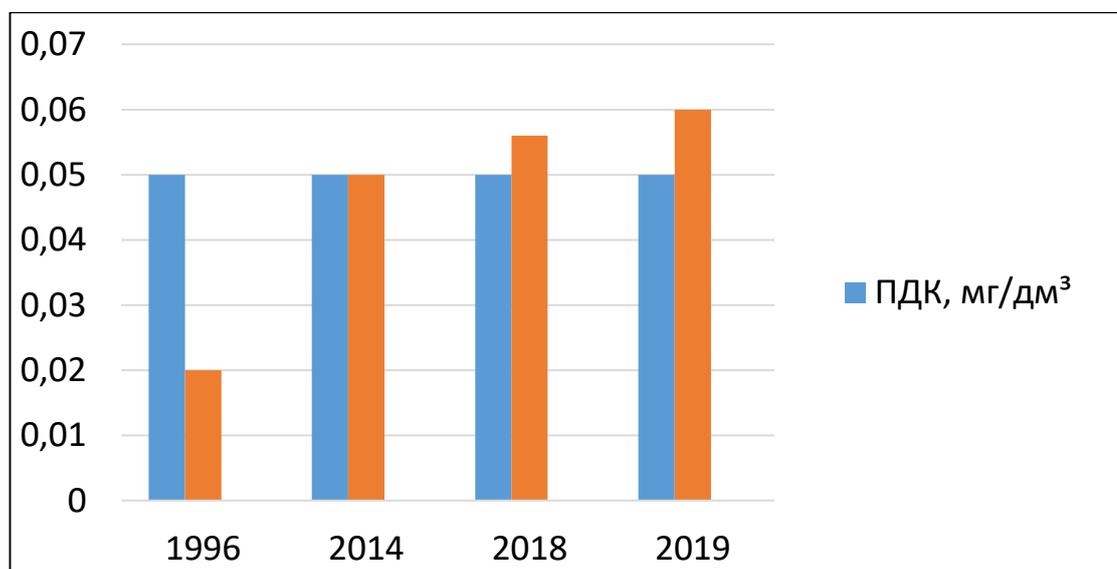


Рис.2. Сравнение содержание нефтепродуктов в реке Харучейтаркаяха с ПДК

Для донных отложений не существует ПДК, поэтому для оценки загрязнения водных объектов был предложен коэффициент донной аккумуляции (КДА).

Формула коэффициента донной аккумуляции:

$$КДА = \frac{C_{до}}{C_{вода}}, \quad (4.6)$$

где $C_{до}$ – концентрация загрязняющего вещества в донных отложениях, мг/кг или мкг/кг; $C_{вода}$ – концентрация этого вещества в воде, отобранной одновременно в этом же створе, мг/л или мкг/л.

Расчёты показали значение КДА равное 200. Данные невысокие значения и повышенная концентрация загрязняющих веществ в воде показывает, что в водный объект поступает свежее загрязнение.

Выводы:

До освоения территории водосбор был представлен девятью СФК, после освоения территории их площади сократились вследствие появления антропогенного СФК. На водосборе после освоения территории происходит трансформация гидрологического режима. Происходит уменьшение весеннего и годового стока воды с водосбора, а также и уменьшение объёма годового стока на 28,7 %.

В 2018 и 2019 годах содержание нефтепродуктов в воде реки Харучейтаркаяха превышает значения ПДК, что связано с разливами нефти на поверхность водосбора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель выпускной квалификационной работы заключалась в оценки трансформации водного стока и качества вод под влиянием разработки нефтяных и газовых месторождений. Вследствие этого в заключении хотелось бы выделить, следующее:

1. На территории водный сток распределяется не равномерно в течении года, это связано с природными условиями формирования гидрологического режима малых рек. В зимнее время вследствие сурового климата зимний сток сильно сокращается, а на некоторых участках он даже отсутствует. Данная река относится к рекам со снеговым типом питания и имеет наибольший сток в начале тёплого периода.

2. Заозеренность и заболоченность территории уменьшает водный сток малых рек, небольшие уклоны поверхности так же приводят к сокращению водного стока. Из анализа полученных данных можно сделать вывод, что одним из основных факторов формирования гидрологического режима исследуемой реки является уклон поверхности.

3. Малые реки северотаёжной зоны являются уязвимыми к антропогенному загрязнению, из-за низкой самоочищающей способности.

4. Был применен ландшафтно-гидрологический метод для анализа стоковых характеристик. Данный метод для исследуемой территории дает более достоверные результаты, по сравнению с другими.

5. Расчёты показали, что в условиях нефтегазодобычи происходит трансформация гидрологического режима, а именно уменьшение водного стока и годового объёма стока реки Харучейтаркаяха. В данных условиях годовой объем стока уменьшился на 1,96 млн. м³, что составляет 28,7% от годового объёма стока до освоения территории.

6. Весенний сток в замыкающем створе, до освоения, составлял 88,56 мм, а годовой сток 106,8 мм. После освоения весенний сток в замыкающем

створе и годовой сток на водосборе реки уменьшился и составил 62,49 мм и 76,31 мм соответственно.

7. Данные по нефтепродуктам за 1996 года подтвердили закономерность Калинина В.М. об увеличении степени загрязнения в весеннее половодье и уменьшение в период межени.

8. В 2018 и 2019 годах содержание нефтепродуктов в воде реки Харучейтаркаяха превышает ПДК и составляет 1,12 ПДК и 1,20 ПДК соответственно, что связано с разливами нефти на поверхность водосбора.

9. Невысокие значения КДА (200) и повышенная концентрация нефтепродуктов в воде доказывает, что в водный объект поступает свежее загрязнение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Литература

1. Антипов А.Н., Гагаринова О.В., Федоров В.Н.. Ландшафтная гидрология: теория, методы, реализация // География и природ. Ресурсы, 2007. N 3. 56-67 с.
2. Атлас Тюменской области, часть I, часть II, Тюмень-Москва, 1977. 34-51 с.
3. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. – Тюмень: ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2004. 190-204 с.
4. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области. – Екатеринбург: СреднеУральское книжное изд-во, 1996. 240 с.
5. Белов А.В. (ред.) Растительность Западной Сибири и ее картографирование. Новосибирск: Наука, 1984. 120 с.
6. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. 448 с.
7. Быковский В.А. Экологические вопросы при разработке нефтяных месторождений Крайнего Севера. – Екатеринбург Изд-во «Екатеринбург», 1999. 112 с.
8. Васильевская В.Д., Иванов В.В., Богатырев Л.Г. Почвы севера Западной Сибири. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1986. 228 с.
9. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. Учебник для университетов. – М.: Государственное издательство географической литературы. 1963. 572 с.
10. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. для геогр. спец. вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 320 с.
11. Елин Е.С. Фенольные соединения в биосфере. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 392 с.
12. Жузе Т.П. Миграция углеводов в осадочных породах. – М.: Недра, 1986. 188 с.

13. Зенит А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь. Л.,1988. 240 с.
14. Калинин В.М. Вода и нефть (гидролого-экологические проблемы Тюменского региона): монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. 222 с.
15. Калинин В.М. Ландшафтно-гидрологический анализ малых водосборов: Учеб.-метод. указания. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1999. 30 с.
16. 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
17. Калинин В.М. Поступление нефтепродуктов в речную сеть от рассредоточенных источников (по материалам Среднего Приобья). Вестник Тюменского государственного университета. – 2001. №2. 11 -21 с.
18. Карнацевич И.В. Расчеты тепловых и водных ресурсов малых речных водосборов на территории Сибири. Часть II. Водный баланс и водные ресурсы: Учеб. Пособие. г. Омск, 1991. 84 с.
19. Климатическая характеристика зоны освоения нефти и газа Тюменского севера. Л. Гидрометеиздат.1982. 200 с.
20. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос 2000. 416 с.
21. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002. 157 с.
22. Капотов А.А., Кравченко В.В., Федоров В.Н. и др. Ландшафтно гидрологический анализ территории. – Новосибирск: Наука, 1992. 208 с.
23. Лукчин В.А. Специфика применения метода ландшафтно-гидрологического анализа на территории криолитозоны Западной Сибири. Вестник Тюменского государственного университета, 2013. № 4.
24. Мельников «Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции», Новосибирск, «Наука», 1983. 199 с.

25. Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. СО РАН, ГПНТБ. Ин-т водных и эколю проблем. – Барнаул: День, 2000. 130 с.
26. Московченко Д.В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: экологический анализ Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1998. 112 с.
27. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Сер. 3. – Вып. 17. – Ч.1-6. Многолетние данные. – Л.: Гидрометиздат 1998 г. 703 с.
28. Оборин А.А., Калачникова И.Г., Масливец Т.А. и др. Самоочищение и рекультивация нефтезагрязненных почв Приуралья и Западной Сибири. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. 140-156 с.
29. Отчет о НИР «Гидрохимическое обследование поверхностных вод на территории деятельности ОАО «Ноябрьскнефтегаз» и ОАО «Пурнефтегаз» по реке Пякупур и её притокам». Науч. рук. Ковальчук А.Н. – Екатеринбург: Бюро экологических экспертиз УрО РАН, 1996.
30. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. 1988. 7-22 с.
31. Приказ об утверждении Методических указаний по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. Утвержден Министерством природных ресурсов и экологии РФ от 24 февраля 2014 года № 112
32. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Западная Сибирь// ответств. ред. Рихтер Г.Д. – М.: Издательство Академии наук, 1963. 488 с.
33. Природоохранный нормативный документ ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных

сточных водах методом ИК-спектрофотометрии на концентратомере КН-2м». Утверждён Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А.Соловьяновым 17 марта 2000 г.

34. Природоохранный нормативный документ ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02»». Утверждён Заместителем Председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды А.А.Соловьяновым

35. Сергеев Е.М. «Инженерная геология СССР», том II Западная Сибирь, МГУ, 1976. 498 с.

36. Справочник по климату СССР. – Вып. 17. – Ч.2. Температура воздуха и почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. 276 с.

37. Справочник по климату СССР. – Вып. 17. – Ч.3. Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. 298 с.

38. Справочник по климату СССР. – Вып. 17. – Ч.4. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. 298 с.

39. Справочник. Экологический мониторинг ЯНАО. г. Братск, 2015.

40. Ткаченко П. А. Оценка смыва нефтяных углеводородов с нефтезагрязненных водосборов малых рек в верхнем течении реки Пур. г.Тюмень, 2020. 47с.

41. Хорошавин В.Ю. Автореферат. Техногенная трансформация гидрологического режима и качества вод малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура. г.Тюмень, 2005. 299с.

42. Хренов В.Я. Почвы криолитозоны Западной Сибири: морфология, физико-химические свойства, геохимия. В.Я. Хренов. – Новосибирск: Наука, 2011. 211 с.

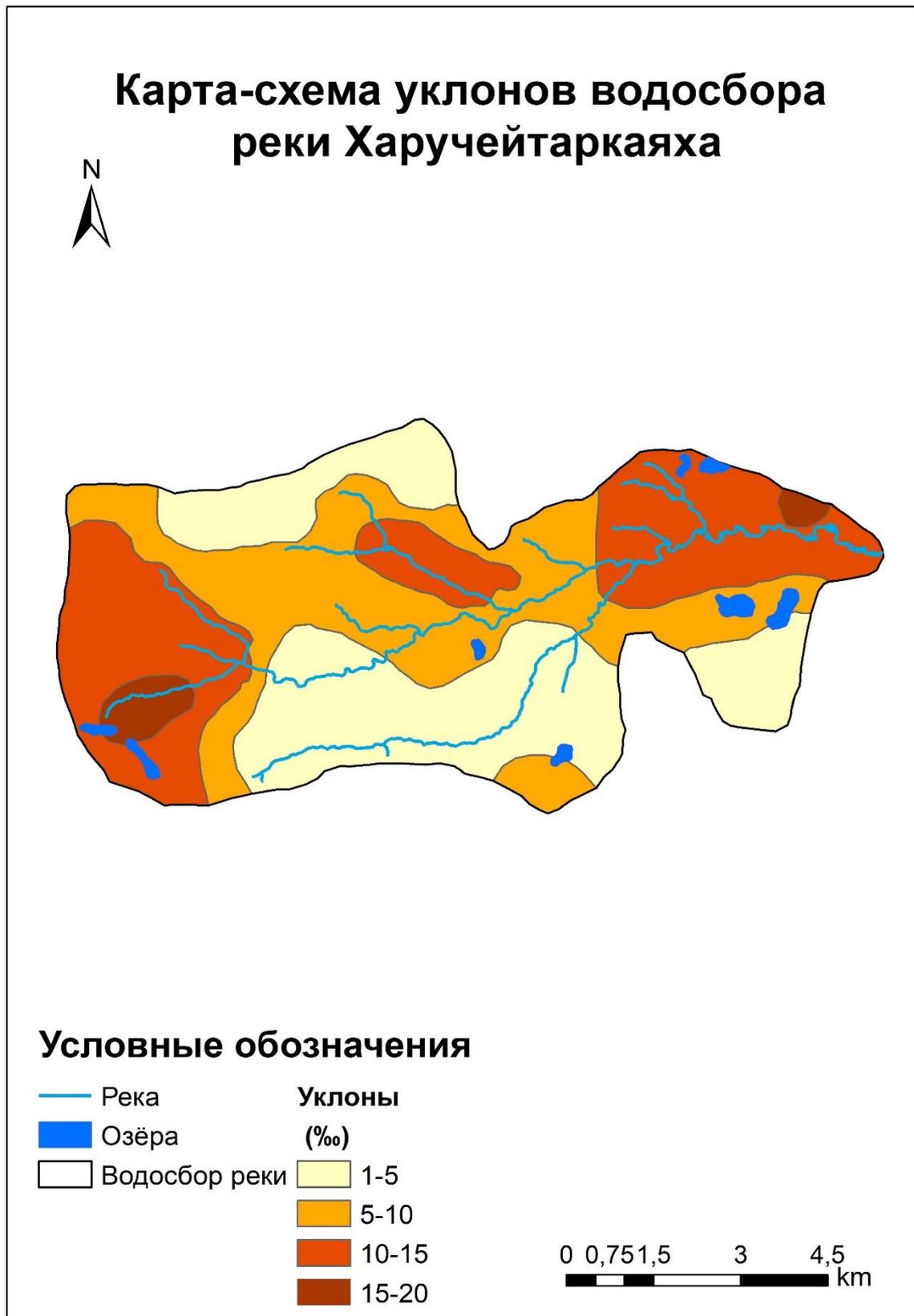
43. Черных В.А. Эндогеоэкология и техногенные землетрясения при добыче нефти и газа. Газовая промышленность. – 1995. № 10. 32-34 с.

44. Яскин А.А., Хабаров А.В., Груздева Л.П., Адриенко В.И. Практикум по почвоведению с основами геоботаники. – М.:Колос.1999. 256 с

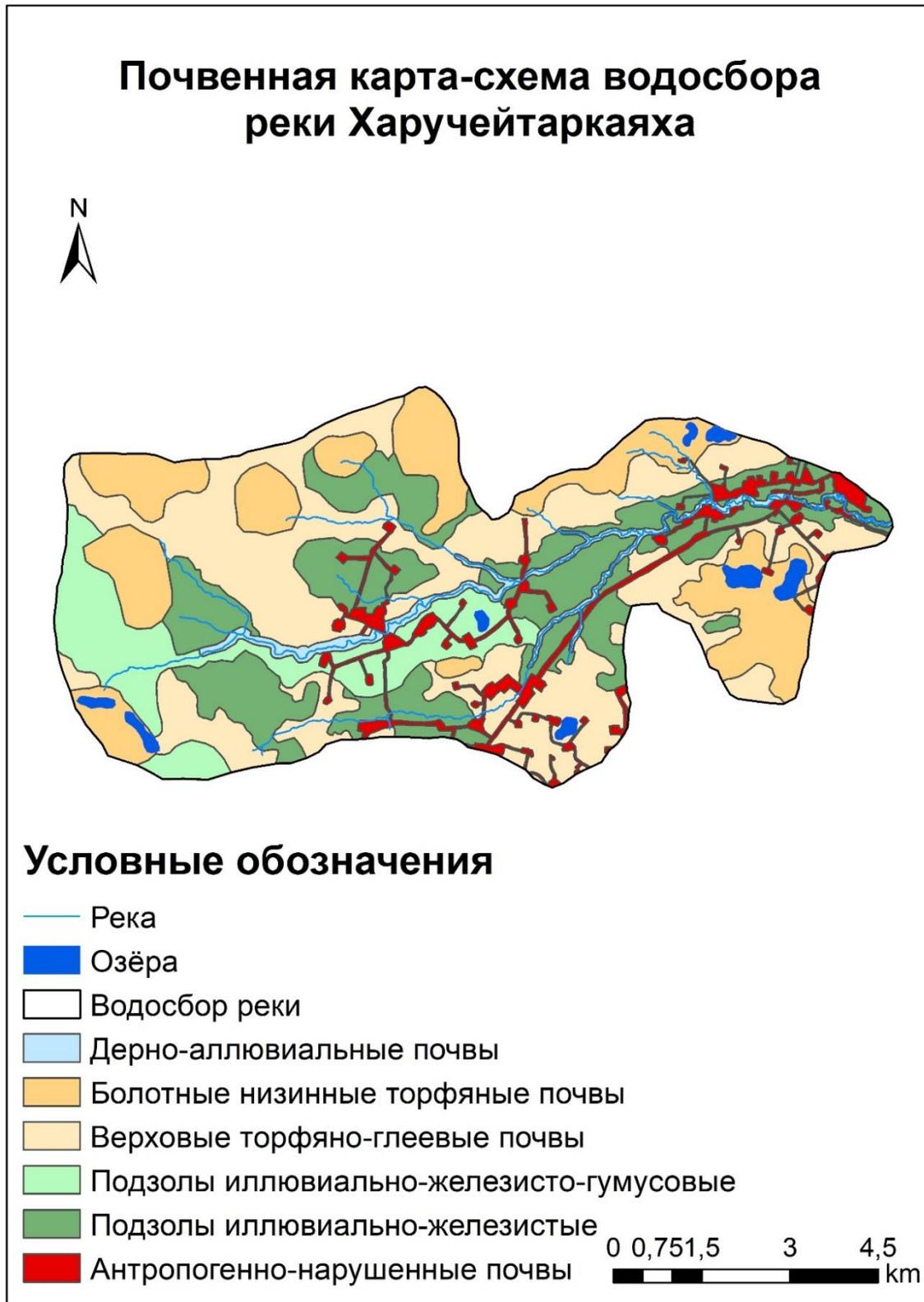
Интернет источники

45. Архив погоды: [Сайт] <https://gp5.ru/> (дата обращения: 10.01.2020)
46. Официальный сайт города Муравленко: [Сайт]. Муравленко, <http://muravlenko.yanao.ru/> (дата обращения: 10.01.2020)

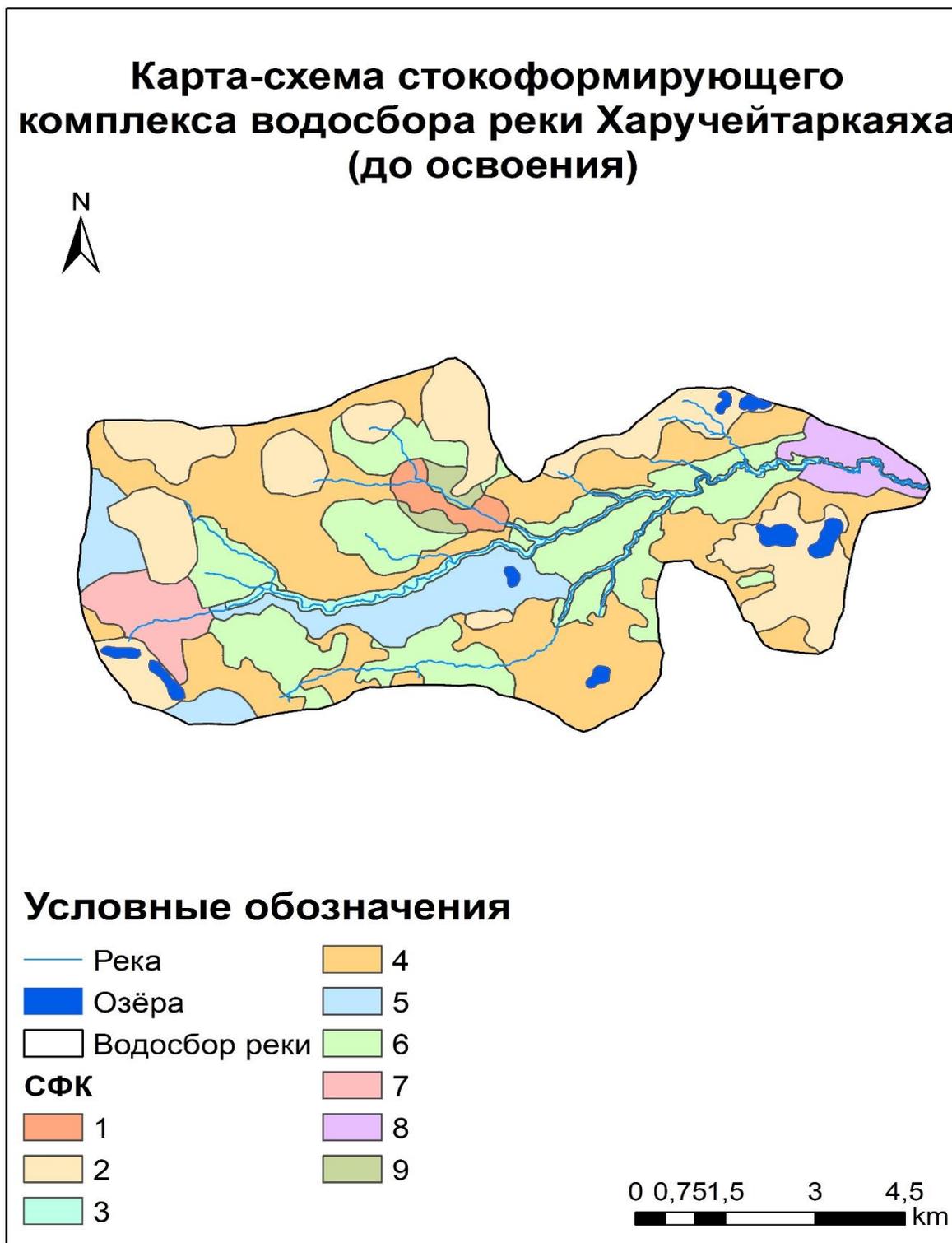
УКЛОНЫ ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА



ПОЧВЫ ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА



ХАРАКТЕРИСТИКА СТОКОФОРМИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ
ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА (ДО ОСВОЕНИЯ)



Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Харучейтаркаяха до антропогенного воздействия

| № СФ К | Ландшафтная характеристика | Площадь, км ² | Уклон, ‰ | Коэффициент фильтрации, м/сут | Метеоданные | | | Слой весеннего стока, мм | Годовой сток, мм |
|--------|--|--------------------------|----------|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------|
| | | | | | Влагозапас, мм | Снегозапасы, мм | Глубина промерзания, м | | |
| 1 | Склоновая поверхность занятая кустарничково-лишайниковой по буграм и травяно-моховой по понижениям растительностью на верховых торфяно-глеевых почвах | 1,07 | 12,3 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 70.44 | 85.6 |
| 2 | Крупнобугристые кустарничково-сфагново-лишайниковыми и осокопушицево-сфагновые болота в сочетании с озерково-мочажинными болотами на болотных низинных торфяных почвах | 13,08 | 2,9 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 56.02 | 68.7 |

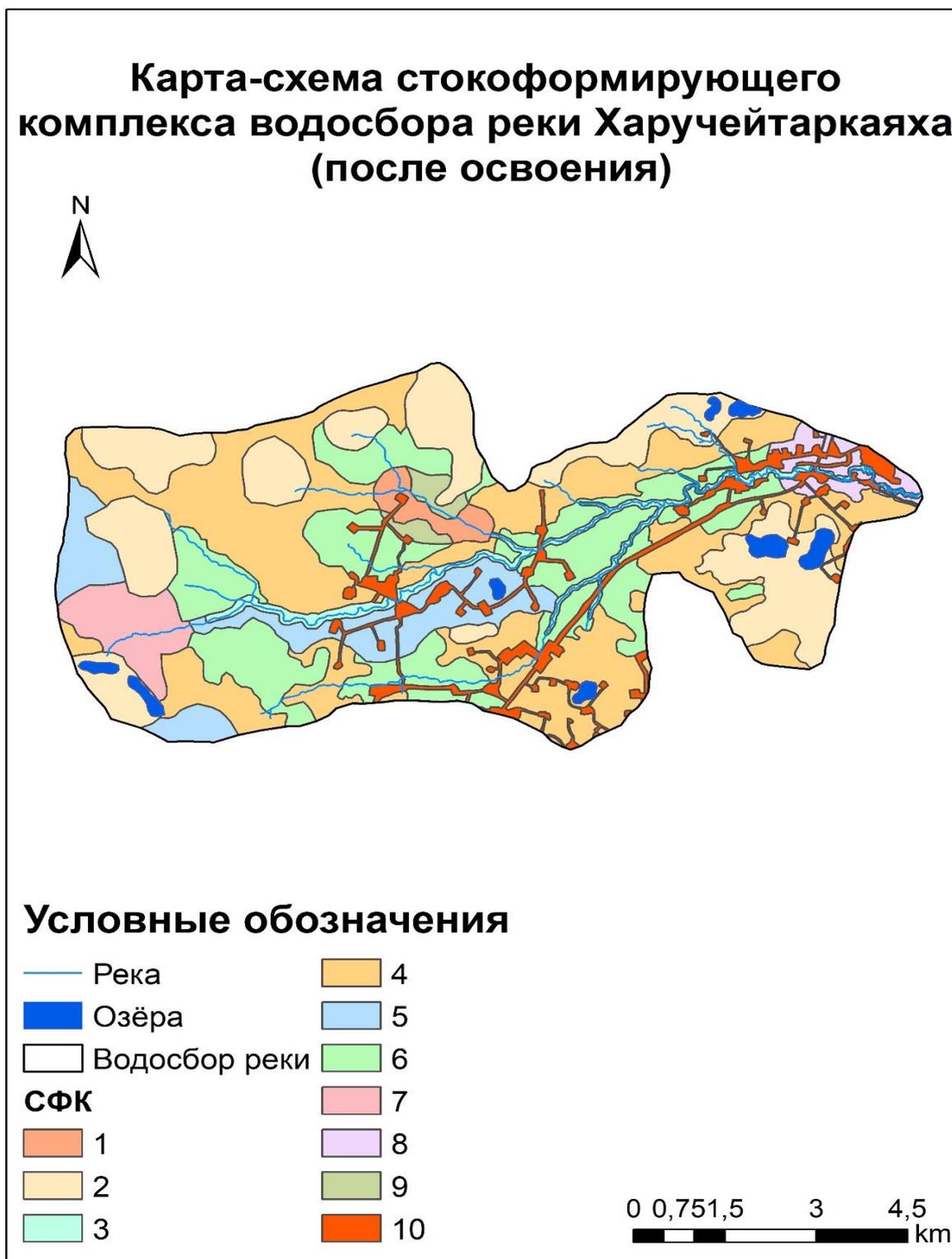
Продолжение приложение 3

| | | | | | | | | | |
|---|--|------|-----|------|-----|-----|------|--------|-------|
| 3 | Хорошо дренированные поверхности долины реки малого порядка занятая лиственнично-сосновыми кустарничково-лишайниковыми редкостойными лесами на дерново-аллювиальных почвах | 2,15 | 8,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 156.39 | 186.2 |
| 4 | Плоскобугристые кустарничково-мохово-лишайниковые на буграх и осоково-пушицевые по мочажинам на верховых торфяно-глеевых почвах | 21,7 | 6,3 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 49.9 | 61.1 |
| 5 | Сосново-кедровые с лиственницей сфагново-лишайниковые леса на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых песчаных | 5,5 | 5,6 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 147.44 | 175.7 |
| 6 | Лиственнично-сосновые зеленомошно-кустарничковые леса на подзолах иллювиально-железистых песчаные | 14,6 | 6,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 125.98 | 150.6 |

Продолжение приложение 3

| | | | | | | | | | |
|-------|---|------|------|------|-----|-----|------|--------|-------|
| 7 | Склоновые поверхности заняты сосновые- лиственничные сфагново- лишайниковые леса на подзолах иллювиально- железисто-гумусовых песчаных | 2,4 | 15,7 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 156.66 | 186.5 |
| 8 | Склоновые поверхности заняты лиственнично- сосновые кустарничково- лишайниковые травяно- моховые леса на подзолах иллювиально-железистых супесчаных | 1,9 | 16,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 157.63 | 187.6 |
| 9 | Лиственнично-сосновые лишайниково-моховые редколесья на подзолах иллювиально-железистых супесчаных | 0,72 | 12,5 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 156.42 | 186.2 |
| ИТОГО | | 64 | | | | | | 88.56 | 106.8 |

ХАРАКТЕРИСТИКА СТОКОФОРМИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ
ВОДОСБОРА РЕКИ ХАРУЧЕЙТАРКАЯХА (ПОСЛЕ ОСВОЕНИЯ)



Характеристика стокоформирующих комплексов водосбора реки Харучейтаркаяха после антропогенного воздействия

| № СФ К | Ландшафтная характеристика | Площадь, км ² | Уклон, ‰ | Коэффициент фильтрации, м/сут | Метеоданные | | | Слой весеннего стока, мм | Годовой сток, мм |
|--------|--|--------------------------|----------|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------|
| | | | | | Влагозапас, мм | Снегозапасы, мм | Глубина промерзания, м | | |
| 1 | Склоновая поверхность занятая кустарничково-лишайниковой по буграм и травяно-моховой по понижениям растительностью на верховых торфяно-глеевых почвах | 0,7 | 12,3 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 51.57 | 63.54 |
| 2 | Крупнобугристые кустарничково-сфагново-лишайниковыми и осокопушицево-сфагновые болота в сочетании с озерково-мочажинными болотами на болотных низинных торфяных почвах | 13,05 | 2,9 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 55.91 | 68.6 |

Продолжение приложение 4

| | | | | | | | | | |
|---|--|------|-----|------|-----|-----|------|--------|--------|
| 3 | Хорошо дренированные поверхности долины реки малого порядка занятая лиственнично-сосновыми кустарничково-лишайниковыми редкостойными лесами на дерново-аллювиальных почвах | 2,09 | 8,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 127.26 | 152.09 |
| 4 | Плоскобугристые кустарничково-мохово-лишайниковые на буграх и осоково-пушицевые по мочажинам на верховых торфяно-глеевых почвах | 20,5 | 6,3 | 0.38 | 20 | 162 | 1,35 | 47.3 | 58.54 |
| 5 | Сосново-кедровые с лиственницей сфагново-лишайниковые леса на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых песчаных | 5,1 | 5,6 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 121.06 | 144.84 |
| 6 | Лиственнично-сосновые зеленомошно-кустарничковые леса на подзолах иллювиально-железистых песчаные | 13,9 | 6,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 104.05 | 124.94 |

Продолжение приложение 4

| | | | | | | | | | |
|-------|---|------|------|------|-----|-----|------|--------|--------|
| 7 | Склоновые поверхности занятые сосновые-лиственничные сфагново-лишайниковые леса на подзолах иллювиально-железисто-гумусовых песчаных | 2,4 | 15,7 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 127.84 | 152.77 |
| 8 | Склоновые поверхности занятые лиственнично-сосновые кустарничково-лишайниковые травяно-моховые леса на подзолах иллювиально-железистых супесчаных | 1,15 | 16,1 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 131.52 | 157.08 |
| 9 | Лиственнично-сосновые лишайниково-моховые редколесья на подзолах иллювиально-железистых супесчаных | 0,7 | 12,5 | 0.31 | 1.1 | 162 | 1,35 | 129.11 | 154.26 |
| 10 | Грунтовые насыпи без покрытия на антропогенно-нарушенных почвах на месте высушенных болот | 3,9 | 11,6 | 0.8 | 20 | 162 | 1,35 | 88.69 | 106.96 |
| ИТОГО | | 64 | | | | | | 62.49 | 76.31 |