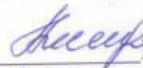


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ  
ЗАИМСТВОВАНИЯ

И.о. заведующей кафедрой

 к.г.н., доцент  
И.Д. Ахмедова  
26 июня 2018 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(магистерская диссертация)

**ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД  
НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВАТСКОГО РАЙОНА**

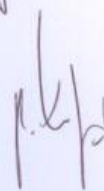
05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу  
студентка 2 курса  
очной формы обучения



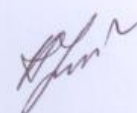
Лужецкая  
Анна  
Владимировна

Научный руководитель  
канд. геогр. наук,  
доцент



Хорошавин  
Виталий  
Юрьевич

Рецензент  
доктор геол.-минерал. наук,  
профессор кафедры геоэкологии  
ТюмГУ



Чистякова  
Нелли  
Федоровна

г. Тюмень, 2018

## АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа посвящена выявлению особенностей формирования химического состава поверхностных вод в ландшафтно-геохимических условиях района и оценке антропогенного воздействия на водно-экологическую ситуацию в бассейне р. Демьянка, на примере влияния подводных переходов как одного из самых весомых факторов формирования химического состава вод.

Произведен факторный анализ и представлен результат вклада отдельных компонентов окружающей среды в формирование качественного состава природных поверхностных вод Уватского района.

В результате использования нескольких методов по оценке качественного состава вод можно получить корректные данные позволяющие оценить антропогенный вклад и влияние природных сред в компонентный состав поверхностных вод. Выявление доминирующих природных факторов, влияющих на формирование химического состава вод, позволит более эффективно организовать работу по выявлению региональных экологических нормативов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1 ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УВАТСКОГО РАЙОНА.....	6
1.1 Рельефообразующие процессы, климатические и природные условия района .....	6
1.2 Почвенно-растительный покров как фактор формирования качества вод .....	7
1.3 Ландшафтно-геохимический анализ территории .....	9
ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД .....	13
2.1 Методика проведения химического анализа.....	13
2.2 Методы оценки качества вод .....	15
2.3 Методика проведения факторного анализа.....	19
ГЛАВА 3 ТЕХНОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ УВАТСКОГО РАЙОНА .....	21
3.1 Нефтегазодобыча как основной фактор трансформации качества вод.....	21
3.2 Влияние подводных переходов на качественный состав вод.....	24
ГЛАВА 4 ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВАТСКОГО РАЙОНА.....	27
4.1 Факторный анализ формирования химического состава поверхностных вод под влиянием природных сред в границах Уватской группы месторождений .....	27
4.2 Анализ антропогенного фактора формирования химического состава поверхностных вод Уватской группы месторождений .....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	38

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** На любой водоем оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, различные природные явления, а также урбанизация территорий и антропогенное воздействие. Основное последствие антропогенного влияния является поступление в водную среду новых, несвойственных ей веществ, что существенно ухудшает качество воды. Загрязнения, поступающие в воды, классифицируют по-разному, в зависимости от подходов, критериев и задач. Оценка загрязнения поверхностных вод активно проводится для крупных рек, изучается влияние нефтегазовой промышленности, например в работе Гагариновой О.В.[12], проводится анализ антропогенных нагрузок на бассейны таких рек, как Обь, Иртыш, Енисей, Лена, и некоторых других. К сожалению, для небольших районов, таких как Уватский, с не менее интенсивным антропогенным воздействием на водные объекты данных по оценке загрязнения поверхностных вод очень мало. В представляемой работе проведен анализ взаимодействия природных и антропогенных факторов, влияющих на формирование химического состава поверхностных вод Уватского района. Основным объектом анализа является степень влияния подводных переходов магистральных нефтепроводов на качество вод р. Демьянки и её притоков.

**Цель работы** состоит в выявлении особенностей формирования химического состава поверхностных вод в ландшафтно-геохимических условиях района и оценка влияния подводных переходов трубопроводов на водно-экологическую ситуацию в бассейне р. Демьянка.

В связи с данной целью были поставлены следующие **задачи**:

- рассмотреть природные и антропогенные процессы, явления и условия, формирующие химический состав водных ресурсов изучаемой территории;
- изучить методы оценки формирования качества вод;
- составить базу данных химических характеристик природных сред, влияющих на формирование качества вод и с помощью факторного анализа выявить зависимости содержания химических веществ в поверхностных водах от их содержания в компонентах ландшафта;
- рассмотреть влияние нефтегазодобычи на трансформацию качества вод;
- произвести анализ степени влияния подводных переходов на поверхностные водные объекты района.

**Объектами исследования** выступают поверхностные водные объекты территории реализации Уватского проекта по добыче нефти.

**Предмет исследования:** факторы, влияющие на формирование качества вод Уватского района.

**Методы исследования:** сбор и анализ литературы по данной теме, статистическая обработка данных.

**Научная новизна работы:** Представлен результат анализа вклада отдельных компонентов окружающей среды в формирование качественного состава природных поверхностных вод территории, основанный на инструментальной (программной) обработке объективных данных натурных наблюдений за химическим составом речных и озерных вод, болотных вод, почв, горных пород, также оценка антропогенного воздействия на реки в местах пересечения магистральных нефтепроводов.

**Практическая значимость исследования:**

Полученные данные могут быть использованы для мониторинга состояния поверхностных вод, что обеспечит объективную оценку природного качества и своевременное выявление негативных процессов, возможный прогноз их развития, предотвращение вредных последствий, а так же определение степени эффективности осуществляемых охранных мероприятий. Выявление доминирующих природных факторов, влияющих на формирование химического состава вод, позволит более эффективно организовать работу по выявлению региональных экологических нормативов качества вод.

**Защищаемые положения:**

1. Основными факторами формирования качества поверхностных вод на территории месторождений Уватской группы являются природные процессы и условия. Антропогенный фактор имеет подчиненное значение.

2. Среди естественных факторов формирования химического состава вод наиболее весомым является химический состав почв.

**Апробация работы и публикации:**

Результаты работы были представлены на Всероссийской молодежной конференции с международным участием «Географические исследования молодых ученых в регионах Азии», Барнаул 2016 г.

**Структура и объём диссертации:**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы, включающего 44 наименования. Работа изложена на 38 страницах машинописного текста, содержит 7 таблиц и 2 рисунка.

## **ГЛАВА 1 ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УВАТСКОГО РАЙОНА**

Установлено, что геологическое строение территории, климат, почвы и растительный покров являются основными факторами, влияющими на формирование химического состава поверхностных вод. Минералогический и химический состав горных пород регулирует геохимические процессы в почвах, принося в поверхностные воды ионы минерализации и микроэлементы. Но в современном мире нельзя оставить незамеченным тот факт, что в формировании химического состава вод антропогенный фактор по значимости становится в одном ряду с природно-климатическими, геохимическими и другими процессами. Уже давно назрела проблема качественного истощения водных ресурсов вследствие их антропогенного загрязнения.

Чтобы комплексно рассмотреть какие факторы влияют на состав поверхностных вод исследуемой зоны начнем с основополагающих - природно-климатических и антропогенных.

### **1.1 Рельефообразующие процессы, климатические и природные условия района**

Уватский район расположен в подзоне южной тайги Западной Сибири, которая находится в центральной части территории России, на юге Западносибирской физико-географической страны, в пределах Демьян-Туртаского заболоченного плато, правобережья реки Иртыш [41].

Верхняя толща горных пород сложена четвертичными отложениями, которые представлены в основном песками серыми и зеленовато-серыми с прослоями синевато-серых суглинков, супесями. Они распространены на территории области повсеместно. Мощность четвертичного покрова местами заметно уменьшается (до 5-10 м), и в современном рельефе отчетливо выражены воздействия дифференцированных неотектонических движений, в результате которых возникли валлообразные поднятия, в ряде случаев совпадающие с положительными структурами мезозойского чехла осадочных отложений [9].

Речные долины формировались в условиях небольших уклонов поверхности, медленного и спокойного течения рек. Различная интенсивность и характер эрозии обусловили весьма разнообразный облик речных долин. Среди них встречаются как широкие, до нескольких десятков километров, и глубокие (до 50-80 м), хорошо разработанные долины крупных рек - Оби и Иртыша [40].

Южнотаежные равнины Западной Сибири не подвергались оледенению и пережили сложную историю. В прошлом здесь был более сухой климат. В настоящее время карбонаты в четвертичных глинах и суглинках залегают на глубине 2-3 м, в ландшафте много геохимических реликтов (второй гумусовый горизонт в почвах и др.) [40].

Большой процент заболоченности таёжных озёр (до 70-80%) ведёт к формированию высоких показателей цветности воды, повышенному содержанию органических веществ естественного происхождения – гульматы, гуматы и фульваты Fe и Mn [40]. Процессы оглеения почв, восстановительная анаэробная геохимическая обстановка активизирует подвижность Fe, Mn и Al, что ведёт к тому, что данные элементы являются типичными для таёжных вод.

Горные породы, слагающие долины рек и их водосборы, оказывают непосредственное влияние на химический состав поверхностных вод, так как из них под действием различных физических и механических процессов в воду могут попадать химические вещества и соединения. Для зоны южной тайги характерно повышенное содержание карбонатов в воде, что связано именно с особенностями геологического строения.

Особенности климата обуславливает географическое положение территории. Важными факторами являются континентальность и западный перенос воздушных масс, что обеспечивает быструю смену циклонов и антициклонов. Зима умеренно суровая, облачная, среднемесячные значения изменяются от минус 22,0- 19,2. Летом климат умеренный с изменением температур до плюс 16,9-17,6 в июле. Разность средних температур воздуха самого холодного и теплого месяцев в году, являющаяся одним из показателей степени континентальности климата, составляет 36,8-38,9°C [9].

Относительная влажность воздуха в течение года достаточно высокая, с максимумом в октябре-декабре 82%; весной происходит плавное снижение относительной влажности, достигая минимума в мае-июне 64-66 %.

По классификации М.И. Львовича [24] для данной зоны, расположенной в районе континентального климата, питание водных объектов преимущественно снеговое (70-80%) с весенним половодьем.

В связи со значительным количеством осадков, относительно небольшим испарением, на исследуемой территории широко распространены болота, увлажнение в пределах зоны значительно. Также вместе с талыми и дождевыми водами, которые при фильтрации в почвы вымывают органические вещества, в водные объекты наблюдается приток таких химических элементов, как ионы натрия, кальция, сульфат-ион, что оказывает непосредственное влияние на состав поверхностных вод.

## **1.2 Почвенно-растительный покров как фактор формирования качества вод**

Распределение почв и растительности зоны существенно зависит от особенностей рельефа, литологического состава поверхностных отложений и глубины залегания грунтовых вод. В целом, зона отличается избыточным увлажнением, большой заболоченностью и

широким развитием верховых грядово-мочажинных сфагновых болот. Леса, занимающие около 60% ее площади, приурочены к невысоким холмам и увалам междуречий, а также дренированным речным террасам и склонам [18]. Модуль поверхностного стока составляет здесь порядка 5...6 л/с·км<sup>2</sup>[9].

В таблице №1 представлены основные типы почв располагающихся в Уватском районе.

Таблица 1 – Типы почв (фрагмент)

Природные зоны	Типы почв	
	Дренированные участки	Недренированные участки
Лесная (лесо-болотная)	Подзолистые Дерново-подзолистые Серые лесные	Глеево-подзолистые Болотно-подзолистые Лугово-болотные Болотные

Источник: [18].

Зональные леса занимают около 30% территории. В составе хвойных пород отмечается преобладание на севере кедра и ели, а на юге – пихты, реже сосны, из числа лиственных преобладают береза и осина.

Состав растительности первичных и вторичных лесов зависит от дренированности территорий. На повышенных и хорошо дренируемых участках распространены осочковые пихтарники и снытевые березняки, а на слабо дренированных поверхностях, граничащих с болотами, преобладают вейниково-сфагновые кедровники и крупнотравные березово-осиновые леса. В наземном ярусе представлены папоротник, заячья капуста, лесная осока, кукушкин лён, реже разнотравье [33].

Крупные болотные массивы отесняют лесную растительность с водоразделов к приречным хорошо дренируемым полосам. Они представлены на севере подзоны комплексом лесных верховых сосново-сфагновых грядово-мочажинных (по водоразделам) и гипново-осоковых (по долинам) болот, а на юге – гипново-сфагновыми переходными и осоково-гипновыми низинными болотами [40].

Почвенно-растительный покров влияет на содержание органических веществ в поверхностных водоемах. Но рассматривая современный растительный покров, который отражает особенности современного климата, мы не можем избежать того, что сейчас он существенно изменен человеческой деятельностью (вырубки, пожары, сельскохозяйственное освоение земель), а брать в учёт данный факт при рассмотрении формирования качества вод практически невозможно. Влияние наблюдается при образовании органических веществ в самом водоеме (развитие водорослей) и привносятся в него с ливневыми и талыми водами с площади водосбора. Максимум содержания в водах органических веществ наблюдается обычно в период паводков. Большая часть органических веществ представляет собой



гумусовые соединения. Они образуются в процессе разложения остатков водных растений. Кроме того, гумусовые вещества попадают в водоем в результате вымывания их из почвы. Почвенный гумус состоит из нерастворимой части, гуминовых и фульвокислот. Гуминовые кислоты с содержанием углерода 52-58 % могут образовывать в воде взвеси, коллоидные и истинные растворы. Фульвокислоты - также высокомолекулярные соединения, содержат меньше углерода -45-48%, более диссоциированы и могут присутствовать в воде в коллоидном и истинно растворенном состоянии [30].

Установлена связь между природно-климатическими условиями формирования и химическим составом вод в пределах Западной Сибири. Горные породы, слагающие долины рек и их водосборы, оказывают непосредственное влияние на химический состав поверхностных вод, так как из них под действием различных физических и механических процессов в воду могут попадать химические вещества и соединения. Для исследуемого района характерно повышенное содержание карбонатов в воде, что связано именно с особенностями геологического строения. Низкая минерализация вод тайги обусловлена преобладанием мономинеральных химически бедных горных пород флювиального и озерно-аллювиального происхождения. Для заболоченной тайги с доминированием древесной растительности, результатом разложения которой являются органические кислоты, характерны высокие содержания  $H^+$ , что приводит к естественному подкислению вод до показателей  $pH \sim 4.5 - 5.5$ . Антропогенная деятельность на данной территории приводит к повышению в водах содержания соединений железа, марганца и меди, а также органических веществ.

### **1.3 Ландшафтно-геохимический анализ территории**

В таёжной зоне Западной Сибири величина стока изменяется от 100 до 300 мм, что соответствует коэффициенту стока 0,2 - 0,4. На тех же широтах Русской равнины он больше в 1,5 - 2 раза. Таким образом, переувлажнение, замедленный влагооборот в Западной Сибири связаны прежде всего с ее литогенной основой [22].

Ландшафты сформированы в пределах плоских равнин, без воздействия многолетней мерзлоты. Доминантным является тип местности грядово-мочажинных болот, который представлен фоновым видом урочищ грядово-мочажинных болот с мохово-кустарничковыми сообществами – с угнетенной сосной по торфяным грядам и травяно-моховыми сообществами на болотных низинных торфянистых почвах по мочажинам. Также большие площади заняты верховыми болотами и лесами на водоразделах [25].

В исследуемой зоне через почвы проходит большая часть влаги, поэтому почвенные толщи испытывают колоссальное воздействие вод, приводящие к выносу из почв химических

элементов, перемещения по профилю тонкодисперсных частиц и продуктов почвообразования [40].

Рассмотрев влияние внешних факторов на формирование качественного состава вод можно сказать, что при попадании атмосферных осадков на лесопокрытую территорию водораздела происходит их фильтрация в почвы, где они насыщаются химическими элементами и выносятся с поверхностным стоком на водораздельные территории. На этом этапе происходит задержка поверхностного стока и аккумуляция некоторых химических веществ. Далее обогатившись органикой и гуминовыми кислотами, по линиям стекания происходит разгрузка вод в водные объекты. Также важно учесть влияние подземного стока, так как осадки в жидкой фазе маломинерализованы и интенсивно промывают почвы. Стекая по мерзлой почве, атмосферные воды растворяют большое количество органических веществ. Поэтому поверхностные склоновые воды отличаются большой цветностью, малой минерализацией (10 - 20 мг/л), низким рН (4,5 – 5,0) [29].

Основное количество химических элементов поступает в воды от почвенного слоя и почвообразующих пород, которые представлены горными породами, преимущественно осадочного отложения. Южная тайга характеризуется большим разнообразием почвенного покрова. При зональном сочетании дерново-подзолистых, торфяно-подзолисто-глеевых и торфяных почв в составе почвенного покрова южной тайги широкое распространение имеют дерново-подзолистые остаточные - гумусовые, а на карбонатных глинах в южной части зоны – дерново-глеевые почвы с различной сохранностью гумусового профиля. Стоит отметить, что на поведение микроэлементов большое влияние оказывает химическая обстановка (кислотно-щелочная, окислительно-восстановительная), которая складывается в почвах. От значения реакции среды (рН) и окислительно-восстановительного материала (ОВП) почв во многом зависят формы нахождения элементов и их валентность, способность мигрировать в ландшафтах, усваиваться растениями и, наконец, выноситься природными водами [40]. О поведении некоторых элементов в таежно-лесном ландшафте можно судить по данным таблицы 2.

Следует отметить, что практически при любых значениях рН и ОВП наибольшей подвижностью в ландшафтах обладают галогены – Br, F, I, а также В. Они сравнительно легко выносятся водами из почв на высоких поверхностях в понижения и из верхних почвенных горизонтов в нижние. Поэтому почвы автономных (элювиальных) ландшафтов, особенно их верхние горизонты, обедняются водорастворимой формой названных элементов. В таежной зоне это приводит к дефициту в звеньях биохимической цепи (почвы-растения-воды) [40].

Таблица 2 – Подвижность элементов в таежно-лесном ландшафте

Тип ландшафта	Подвижность элементов в водных растворах
---------------	--

	Неподвижные	Слабоподвижные	Подвижные
Элювиальные ландшафты (среда окислительная, Fe <sup>3</sup> )			
Таежно-лесной	Mo <sup>4</sup>	Fe <sup>3</sup> , Mn <sup>4</sup> , Pb, V, As, Se, Cr <sup>3</sup> , Ni, P	Sr, Ba, Cu, Zn, Cd
Гидроморфные ландшафты (среда восстановительная, Fe <sup>2</sup> )			
Болота с кислыми, очень слабоминерализованными водами, богатыми органическими веществами	P, As, Se, V, Mo	Cu, Zn, Pb, Co, Ni	Fe <sup>2</sup> , Mn <sup>2</sup> , Sr, Ba, Pb, Al

Источник: [40].

В южной тайге подзолы составляют основную часть почвенного покрова. В северной части Васюганской равнины верхние горизонты подзолистых почв имеют преимущественно легкий гранулометрический состав. Но в подзолах юга Васюганской равнины нижняя часть профиля сложена тяжелыми по гранулометрическому составу карбонатными породами. Среди автоморфных почв на данных территориях преобладают дерново-подзолистые, которые расположены на относительно хорошо дренируемых территориях и формируются на более тяжелых по гранулометрическому составу породах, часто содержащих карбонаты. Это обеспечивает лучшее снабжение макро- и микроэлементами и большую продуктивность произрастающих на них растений, поэтому в этих почвах выше содержание гумуса и элементов-биофилов. По мере продвижения вглубь водоразделов автоморфные почвы сменяются гидроморфными болотными почвами, формирующихся на тяжелосуглинистых и глинистых породах, часто содержащих большое количество карбонатов [40]. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние показатели физических и физико-химических свойств слоя 0-20см основных типов почв южной тайги Западной Сибири

Почвы	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Частицы менее 0,01мм, зольность торфа, %	Гумус, органическое вещество торфа	pH <sub>водн.</sub>
Подзолы	1,2	20	1,5	5,0
Дерново-подзолистые (Тобольский материк)	1,2	30	2,0	5,0
Дерново-подзолистые (Васюганская равнина)	1,1	40	3,2	5,0
Болотные верховые	0,05	3,5	96,5	4,3

Источник: [40].

Химический состав почв в природе формируется под влиянием большого геологического и малого биологического круговоротов веществ. Основным источником поступления химических элементов в почвы по праву можно считать почвообразующие породы. Однако часть химических элементов также поступает в почвы из атмосферных и почвенно-грунтовых

вод. Дерново-подзолистые почвы южной тайги относятся, в основном, к аллювиальным озерно-аллювиальным отложениям, т.к. в них обнаруживается тонкая слоистость.

Сочетание подзолистого и болотного процессов ведет к формированию марганцево-железистых конкреций. Смена восстановительных и окислительных условий в почвах, присутствие агрессивных органических кислот, ведет к формированию подвижных комплексов с Fe и Mn, и др. химическими элементами. Так как почвы имеют дерновый горизонт и формируются на тяжелых породах при периодически избыточном увлажнении. [36]. Данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание химических элементов в дерново-подзолистых почвах южнотаежных, мг/кг

Горизонт	Глубина, см	B	Ba	Co	Cr	Zn	Ti	P	Sr	Mn	Fe, %
A	9-18	37	840	72	76	49	3570	887	133	8826	2.0
A <sub>2</sub>	18-35	45	724	12	109	40	5200	313	138	1150	1.6
B	83-119	55	806	11	102	59	5460	509	106	420	1.9
BC	164-186	50	890	11	87	51	5200	466	109	340	1.7

Источник: [40].

Можно проследить, что оксиды и гидроксиды Fe и Mn обладают большой сорбционной способностью к микроэлементам и фосфатам. Это влияет на содержание и профильное распределение таких элементов, как Co, P, Zn, Fe.

Вследствие того, что подзолы изучаемой территории сформированы на карбонатных почвообразующих породах, в них часто наблюдается кислотно-щелочная зональность их профиля и другие специфические особенности процесса подзолообразования. Наблюдается развитие окислительно-восстановительных, аллювиальных и щелочных (карбонатных) геохимических барьеров.

Развитие таких барьеров приводит к аккумуляции таких веществ, как Br, B, Cu, Fe, Mn, Mo, P и др. [40]. О происхождении карбонатов в породах есть много различных мнений. Наиболее вероятными являются карбонизация богатых щелочными элементами осадочных отложений при их биогеохимическом выветривании, а также наличие карбонатов может быть результатом разрушения древних карбонатных горных пород (известняков, сланцев и др.). Из этого можно сделать вывод, что почвенно-геохимическая обстановка обуславливает высокую подвижность Fe, Mn и Al, именно это приводит к тому, что данные элементы типичны для поверхностных вод Уватского района.

## ГЛАВА 2 МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД

Химический состав поверхностных вод формируется под действием множества факторов, и трансформация их состава происходит ежедневно. На него влияет огромный ряд прямых и косвенных факторов. В данной главе изложены методы оценки качества вод используемые в исследовании.

### 2.1 Методика проведения химического анализа

Химические анализы проб воды выполняются по единым методикам, внесенным в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, и в соответствии с рекомендациями к используемым средствам измерений [26].

В зависимости от целей исследования выделяют различные методы химического анализа проб воды, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Методы химического анализа проб поверхностной воды

Определяемый показатель	Метод анализа	Объем пробы, см <sup>3</sup>
1	2	3
Водородный показатель (рН), ед. рН	Потенциометрия	50
Удельная электропроводность (УЭП), мкСм/см	Кондуктометрия	50
Окислительно-восстановительный потенциал (Еh), мВ	Потенциометрия	50
Щелочность, ммоль-экв/дм <sup>3</sup>	Потенциометрия	150
Цветность, град. цв.	Фотометрия	100
Основные ионы минерализации (кальций (Ca <sup>2+</sup> ), магний (Mg <sup>2+</sup> ), натрий(Na <sup>+</sup> ), калий (K <sup>+</sup> ), аммоний-ион (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), хлорид-ион (Cl <sup>-</sup> ), сульфат-ион (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), нитрат-ион (NO <sub>3</sub> ), нитрит-ион (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ))	Ионная хроматография	50
Кремний	Фотометрия	75
Общий фосфор	Фотометрия	75
Железо общее	Фотометрия	250
Микроэлементы (Mn, Cu, Cr, Pb, Cd, Ni, Al и др. )	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия с электротермической атомизацией проб	50
Ртуть	Атомно-абсорбционная спектрофотометрия, метод «холодного пара»	30
Нефтепродукты	ИК-спектрометрия, флуориметрия	1 000

1	2	3
Токсичные органические вещества (пестициды, бенз(а)пирен и т.д.)	Хроматография	1 000
Биотестирование		500
Общий, органический углерод, общий азот	Элементный анализ	30

Источник: [26].

Отбор, хранение и транспортировка проб поверхностных вод осуществляется в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [1], ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» [2] и ГОСТ 17.1.5.04-81 «Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод» [3].

Методическим обеспечением при отборе проб воды обычно служит «РД-52.24.353-94 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод» [6]. Согласно рекомендации которого отбор производился с берега при помощи пробоотборника (батометр-бутылка) на глубине 0,3 м. Ёмкость с пробой воды маркируется этикеткой с указанием номера точки отбора, ее координат, названия водного объекта, даты и времени отбора, а также фамилии рабочего, производившего отбор проб. Месторасположение точек определяется при помощи GPS-навигаторов с занесением координат в сводную таблицу.

При отборе проб измерение водородного показателя (рН), целесообразно проводить в полевых условиях, так как его величина является одним из важнейших показателей качества вод и характеризует состояние кислотно-основного равновесия воды. Измерение рН осуществляются потенциометрическим методом. Приборы, измеряющие рН этим методом, называются рН-метрами.

При определении концентрации растворенного кислорода обязательным условием является проведение анализа на месте отбора проб. В полевых условиях удобным решением определения растворенного кислорода является использование специального прибора – оксиметра, в лабораторных условиях используют другие методы [26].

Цветность воды определяются фотометрическим методом, который заключается в сравнении с растворами специально приготовленной шкалы цветности и выражается в градусах цветности этой шкалы. Фосфор общий и кремний определяют при проведении опытов с добавлением различных реагентов и измеряя оптическую плотность раствора на спектрофотометре или фотометре с непрерывной разверткой спектра при длине волны 882 нм [26].

Щелочность и гидрокарбонат-ион определяются потенциометрическим титрованием с использованием рН-метра, иономера или автоматического титратора любого типа с совместимой системой электродов (стеклянный измерительный электрод и насыщенных хлорсеребряный электрод сравнения), обеспечивающий измерения рН в диапазоне от 3 до 10 единиц рН с допускаемой погрешностью  $\pm 0,05$  единицы рН [26].

Содержание нефтепродуктов – ИК-спектрометрическим методом, при проведении опыта используют концентратомер КН-2, КН-2м или аналогичный по характеристикам прибор.

Ионный состав воды (калий, натрий, кальций, магний, аммоний, литий, хлорид-ион, сульфат-ион, фосфат-ион, нитрит-ион, нитрат-ион и др.) удобно и практично определять с применением ионного хроматографа, что позволяет экономить время и использовать небольшой объем проб при одновременном определении главных катионов и анионов.

Массовую концентрацию органического вещества и азот общий измеряют при помощи анализатора общего углерода. Содержание микроэлементов (железо, марганец, хром, никель, медь, кадмий, свинец и др.) определяется методами атомной спектроскопии с различными способами атомизации [26].

Согласно программе экоаналитического контроля, качество воды в местах подводных переходов оценивается в створах выше и ниже перехода; оценивается содержание в отобранных пробах воды трех показателей: взвешенные вещества, БПК<sub>п</sub>, нефтепродукты.

## **2.2 Методы оценки качества вод**

Под качеством воды понимают такое состояние физических свойств воды, химического и биологического состава присутствующих в ней веществ, которые определяют её пригодность для конкретных видов водопользования.

Пригодность воды для той или иной цели можно оценить по содержанию вредных веществ. С этой целью вводится понятие предельно-допустимой концентрации (ПДК).

Понятие о ПДК базируется на идее порогового действия вредных веществ на человека в районе водопользования или на рыбу в месте её обитания. Иными словами, это такая концентрация, которая при более или менее длительном воздействии на организм человека или рыбы не приводит к патологическим изменениям и не вызывает болезней.

В отношении рыбохозяйственных водных объектов данное толкование может быть расширено. За ПДК принимается такая концентрация, которая не нарушает какого-либо звена трофической цепи водоема (фитопланктон, макрофиты, зоопланктон, рыба) [23].

Загрязнение природных вод носит комплексный характер. Как правило, при анализе количественного состава ингредиентов и показателей проб воды данного водного объекта обнаруживается, что по ряду веществ имеется превышение ПДК.

Для комплексной оценки загрязненности поверхностных вод используют результаты режимных наблюдений за состоянием воды водных объектов.

Применительно к условиям и данным режимного мониторинга для объективного установления качества воды водных объектов и достоверного определения степени их загрязненности используют сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки [23].

Методической основой комплексного способа является однозначная оценка степени загрязненности воды объекта по совокупности загрязняющих веществ:

- для любого водного объекта в точке отбора проб воды;
- за любой определенный промежуток времени;
- по любому набору гидрохимических показателей.

В качестве норматива используют ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования - наиболее жесткие (минимальные) значения из совмещенных списков, рекомендуемых для подготовки информационных документов по качеству поверхностных вод. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено их полное отсутствие в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается 0,01 мкг/дм<sup>3</sup>[23].

Конструктивной особенностью метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям является проведение на первом этапе детального покомпонентного анализа химического состава воды и его режима оценочных составляющих и последующее использование полученных оценочных составляющих на втором этапе для одновременного учета комплекса наблюдаемых ингредиентов и показателей качества воды.

Уровень загрязненности исследуемого объекта определяется через относительную характеристику, которая рассчитана по реальным концентрациям и соответствующим им нормативам – это первый элемент метода комплексной оценки. Следующий составной элемент – частота обнаружения концентраций, превышающих нормативы, характеризующая косвенно продолжительность загрязнения воды и меру воздействия загрязняющих веществ на качество водной среды [26].

Сочетание уровня загрязненности воды определенными веществами и частоты обнаружения случаев нарушения нормативных требований позволяет получить комплексные характеристики, условно соответствующие «долям» загрязненности, вносимым каждым ингредиентом и показателем загрязненности в общее качество воды.

Вклад отдельных загрязняющих веществ в общую загрязненность воды в реальных условиях может определяться либо высокими концентрациями, наблюдаемыми в течение



короткого промежутка времени, либо низкими концентрациями в течение длительного периода, либо другими возможными комбинациями рассматриваемых факторов оценки [28].

Качество воды поверхностных объектов зависит не только от отдельных показателей химического состава воды, продолжительности, меры воздействия каждого из них и различных комбинаций этих оценочных характеристик, но также от перечня и количества учитываемых в комплексной оценке загрязняющих веществ. Принимая условие взаимодействия токсических веществ при их одновременном присутствии, окончательный комплексный показатель качества воды определяется суммированием отдельных показателей, оценивающих вклад каждого загрязняющего вещества в отдельности [23].

Для оценки уровня загрязнения окружающей среды также проводится экологический мониторинг. Экологический мониторинг осуществляется для наблюдения за источниками и уровнем загрязнений природных объектов: почвы, водного и воздушного бассейнов вредными веществами в результате сбросов или выбросов этих веществ промышленными и транспортными объектами, а также вследствие естественного их образования.

Основные задачи экологического мониторинга:

- наблюдение за источниками и отслеживание объемов антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием окружающей среды и происходящими в ней изменениями, вызванными антропогенным воздействием;
- прогноз изменения состояния окружающей среды вследствие антропогенного воздействия.

О. М. Ермилов с соавторами [17] предложили классификацию факторов антропогенного воздействия на природную среду, где выделяют три основных подхода:

1) *классификационно–картографический* представляет собой классификацию видов производств по типам воздействия и ответным реакция среды, формам её нарушения, выделения районов, учитывая естественные ландшафтные условия и особенности, а также картографирование данных, как заключительная стадия исследования;

2) *социально–экономический подход* позволяет выделить типы природной среды с точки зрения нормальных условий жизнедеятельности человека

3) *экономический* сводит разнообразные воздействия на окружающую среду к единой экономической форме.

А. В. Соромотин [39] разработал свою классификацию интегральных подходов по оценке воздействия на естественную природную среду, включающую в себя четыре комплексных подхода: экосистемный, медико–экологический, эколого–геоинформационный и экономико–ресурсный.

Принцип экосистемного подхода напрямую связан с принципами рационального использования природных ресурсов. Он показывает взаимосвязь всех процессов и явлений в природе, так как при использовании одного ресурса, может оказываться вредное воздействие на другие среды. Например, при разработке недр, идет негативное влияние на почвы, воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир.

Медико–экологический подход представлен как пространственный анализ комплексов эколого–географических предпосылок болезней человека и возникающих на их основе проблемных медико–экологических ситуаций. Производится оценка экологической ситуации через состояние их здоровья, которое в основном обуславливается загрязнением окружающей среды [39].

Эколого–геоинформационный отражает обратную связь воздействия общества на окружающую среду и степень устойчивости ее компонентов к дальнейшим воздействиям, путем формирования фондов геоинформационных систем (ГИС), составлению и анализу прогнозов состояния окружающей среды на их основе. Этот подход требует использования большого объема картографической и другой количественной информации о состоянии компонентов природной среды, что практически невозможно без применения современных ГИС-технологий. Суть его сводится к наложению на ландшафтную карту совокупности зон загрязнения выбросами из различных источников и определению (с помощью ГИС) размеров площадей ландшафтных выделов, которые находятся под воздействием негативных факторов нефтедобычи. Имеено это позволяет выявлять находящиеся в критическом состоянии компоненты природной среды [32]

Экономико–ресурсный подход предлагает расширить область применения экономического подхода в понимании О. М. Ермилова с соавторами [17] методом учета ресурсного потенциала окружающей природной среды с помощью эколого–экономических показателей (рекреационных, биоресурсных и водноресурсных).

Методологическая база нашего исследования основывается непосредственно на данных подходах. Экосистемный подход применяется при анализе ответных реакций среды на антропогенное воздействие, оказываемое нефтедобычей. При этом сам человек и обусловленное экономическим интересом негативное воздействие на окружающую среду рассматривается как природный фактор, что позволяет выявить взаимосвязь между компонентами среды, представленным природным стоком поверхностных водных объектов и антропогенным воздействием в районе исследования. Совокупность экологических факторов, преобразованная антропогенной деятельностью, позволяет рассмотреть объекты нефтедобычи и компоненты природной среды как взаимосвязанную систему.

В работе проведен анализ проб в период летне - осенней межени, так как этот период является наиболее показательным, пробы воды менее разбавлены талыми водами, отмечается максимальная минерализация воды. Водность зависит от количества выпавших осадков, соответственно наблюдается дополнительный смыв загрязняющих веществ с почв.

### **2.3 Методика проведения факторного анализа**

Для того чтобы в комплексе описать поступление химических веществ в поверхностные воды южной тайги Западной Сибири необходимо провести факторный анализ, с помощью которого можно выявить зависимость содержания химических веществ в компонентах ландшафта данной территории. Это позволит установить наличие зависимостей между различными компонентами водных экосистем, учитывать совокупное действие многих факторов, ранжировать установленные зависимости по величине собственных критериев значимости.

Основной целью факторного анализа является выявление факторов, которые объясняют структуру корреляций внутри набора данных, позволяют вскрыть логическую структуру сложного явления, отделить взаимозависимые от независимых признаков, проверить или выдвинуть гипотезу о взаимосвязях в сложной системе признаков [42].

Выделяются две цели факторного анализа:

- определение взаимосвязей между переменными, их классификация, т. е. «объективная R-классификация»;
- сокращение числа переменных.

Для выявления наиболее значимых факторов и, как следствие, факторной структуры, наиболее оправданно применять метод главных компонент.

Обязательные условия факторного анализа:

1. все признаки должны быть количественными;
2. число признаков должно быть в два раза больше числа переменных;
3. выборка должна быть однородна;
4. исходные переменные должны быть распределены симметрично;
5. факторный анализ осуществляется по коррелирующим переменным.

В качестве инструмента для проведения факторного анализа была выбрана программа STATISTICA. В ходе нашего исследования был применен метод главных компонент с варимаксным нормализованным вращением корреляционной матрицы.

Анализ главных компонент используется для формирования некоррелированных линейных комбинаций наблюдаемых элементов, перечисленных выше. Этот метод применен для получения начального факторного решения. Компоненты имеют определенную долю

дисперсии (рассеяния) и все они не коррелированы между собой. Для упрощения в описании столбцов матрицы и придания некоего смысла применяется метод варимакс или ортогональное вращение. На этом этапе происходит воспроизведение выборочной корреляции матрицы между переменными, с помощью вращения данных факторов.

В ходе вращения матрицы выделено три главных фактора, имеющих наибольшую корреляционную значимость. Результаты представлены в табличном виде, где этим факторам соответствует высокая корреляционная связь с элементами и ионами. Выводятся только значения корреляции переменных более 0,7.

По результатам анализа было выявлено три основных фактора, формирующих химический состав поверхностных вод: почвы, болотные воды, горные породы. Результаты анализа приведены в 4 главе.

### ГЛАВА 3 ТЕХНОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ УВАТСКОГО РАЙОНА

В конце 80-х годов началось освоение и разработка Уватского проекта. Пробурены первые скважины на Кальчинском месторождении. Территория месторождений расположена в пределах труднодоступной, слабозаселенной территории. Воздействие на природную среду неизбежно, в том числе встал вопрос качественного истощения водных ресурсов вследствие их антропогенного загрязнения.

#### 3.1 Нефтегазодобыча как основной фактор трансформации качества вод

Уватская группа месторождений располагается в Западной Сибири на юге Тюменской области, более чем в 700 км. от г. Тюмень. Первая скважина на Увате была заложена около пятидесяти лет назад, но удаленность, сложное строение коллекторов месторождения и труднодоступность территории долгое время не позволяли найти экономически эффективный способ разработки. В начале 90-х годов советскими геологами было открыто месторождение Кальчинское скважиной №61, из которой бил фонтан нефти объемом 16 м<sup>3</sup>/сут. Но из-за отсутствия инфраструктуры проект был на некоторое время заморожен.

В связи с низкой плотностью геологических запасов оператором проекта было принято решение создать укрупненные центры освоения: Западный – на базе Кальчинского месторождения, Центральный – на базе Тямкинского, и самый мощный Восточный, включающий Урненское и Усть-Тегусское месторождения [31].

Активное освоение месторождений началось с начала 2000-х, с приходом компании ТНК-ВР (название происходит от наименований соучредителей — российской «Тюменской нефтяной компании» и британской British Petroleum) и по сей день ведется его активная разработка.

Изучение геологических моделей Урненского и Усть-Тегусского месторождений положило начало масштабному проекту. Решение о разработке было принято после детального изучения сейсмических моделей в сочетании с современными технологиями обработки и интерпретации данных, что позволило понять структуру коллектора и определить оптимальные места заложения скважин. И уже с 2006 года наступил новый этап для Увата – освоение Усть-Тегусского и Урненского участков.

Изучение геологических моделей Урненского и Усть-Тегусского месторождений положило начало масштабному проекту. Решение о разработке было принято после детального изучения сейсмических моделей в сочетании с современными технологиями обработки и интерпретации данных, что позволило понять структуру коллектора и определить

оптимальные места заложения скважин. И уже с 2006 года наступил новый этап для Увата – освоение Усть-Тегусского и Урненского участков.

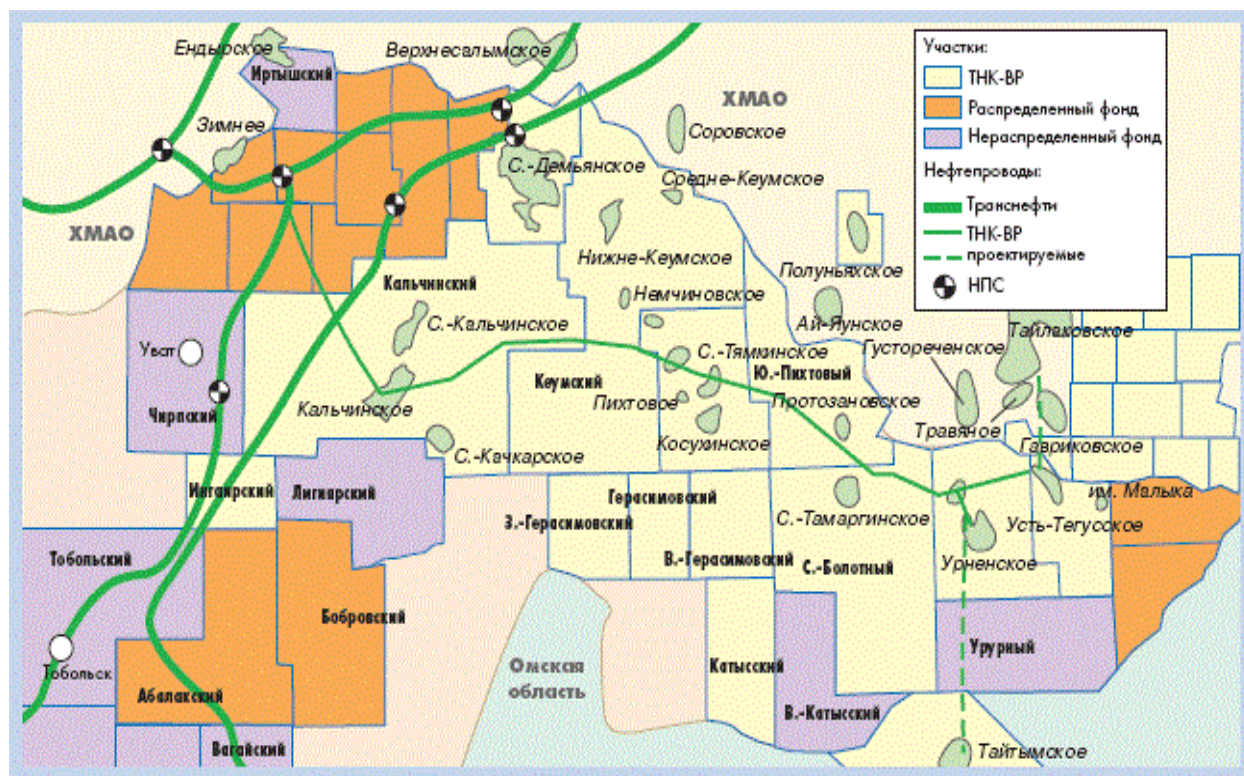


Рисунок 1 – Схема лицензионных участков месторождений Уватской группы.

Источник [31].

В зимний период 2006-2007 годов были построены зимники, по которым на месторождения были завезены буровые установки, топливо и другие материалы и оборудование, бригады приступили к работе. И уже в 2008 году общее число пробуренных скважин, в рамках Уватского проекта, достигло 70, а прирост геологических запасов, в ходе бурения поисково-разведочных скважин на лицензионных участках, составил 25,5 млн. тонн. Годовой объём добычи на Урненском и Усть-Тегусском месторождениях составил 5,9 тыс. тонн нефти.

В феврале 2009 года в эксплуатацию введён магистральный 264-километровый нефтепровод от центрального пункта сбора нефти (ЦПС) Усть-Тегусского месторождения до узла учета нефти на Кальчинском месторождении, подключённый к системе Транснефти. Этот момент считается началом второго этапа – промышленной эксплуатации. Мощность первой очереди ЦПС составила 2 млн.т/ год, динамичное наращивание и расширение этого объекта продолжилось и по итогам 2014 года этот показатель уже был свыше 22 млн.т [31].

В 2013 году российской государственной нефтяной компанией «Роснефть» были выкуплены 100% акций

На данный момент компании «Роснефть» подразделению ООО «РН-Уватнефтегаз» принадлежат лицензии на право пользования недрами по 20 лицензионным участкам: Усть-Тегусский, Урненский, Кальчинский, Пихтовый, Южно-Пихтовый, Герасимосвкий и др.

Площади земельных участков, отводимые под размещение объектов обустройства месторождений, составляют: по Урненскому месторождению около 176 га, в том числе в долгосрочное пользование 89 га; по Усть-Тегусскому 184 га, в том числе в долгосрочное пользование 79 га. Отведено для строительства межпромыслового коридора коммуникаций около 148 га, в т. ч. около 60 га в долгосрочную аренду, а для строительства магистрального коридора коммуникаций (трубопровод, а/дорога, ЛЭП) составляет около 716 га, в том числе в долгосрочную аренду 44 га

Наиболее интенсивное воздействие на окружающую среду происходит на этапе строительства. При обустройстве Урненского и Усть-Тегусского месторождений площадь воздействия на растительный покров составила не менее 510 га. Общая площадь лесопокрытых территорий, подлежащих вырубке, составляет по Усть-Тегусскому месторождению 99,1 га, из них 66,4 га занято темнохвойными породами, 32,7 га мягколиственными породами. По Урненскому месторождению вырубке подлежат лесные насаждения общей площадью 58,6 га, из них с преобладанием хвойных пород 40,7 га, мягколиственных пород 17,9 га. Вырубка леса осуществлена после проведения необходимых экспертиз, получены согласования и разрешения, включая выплаты на воспроизводство лесного фонда в установленном порядке.

Воздействие на атмосферный воздух оказывается путем поступления загрязняющих веществ, при работе строительной техники и технологических установок. Но поступления в период строительства кратковременные, поэтому увеличение концентраций вредных веществ будет кратковременным и локальным. Основное воздействие на атмосферу производится при эксплуатации ЦПС: проведенные расчеты рассеивания основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе свидетельствует, что приземные концентрации достигают допустимых значений на расстоянии 1100 м от площадок ЦПС в период эксплуатации. Максимальная зона влияния выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (изолиния 0,05 ПДК) от источников перечисленных объектов составит 7000 м. Так как населенные пункты в пределах зоны влияния отсутствуют, воздействие на атмосферный воздух оценивается как допустимое. Загрязнения атмосферного воздуха сопредельных территорий в результате трансграничного переноса воздушных масс, содержащих вредные выбросы, не прогнозируется [31].

На геологическую среду оказывается масштабное механическое воздействие: изменение поверхности в период проведения буровых работ, строительство выемок, насыпей,

изменение напряжения грунтов от возводимых сооружений и зданий. К экзогенным явлениям относят активизацию подтопления в результате перекрытия поверхностного и грунтового стока, рост процессов эрозии (линейной и боковой).

Основные воздействия на водные ресурсы будет оказываться при изъятии водных ресурсов в целях водоснабжения, пересечении водных объектов линейными коммуникациями, нагнетании нефтепромысловых вод в поглощающие горизонты. Объем водопотребления на производственные и хозяйственно-питьевые нужды в период строительства не превышает 0,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в период эксплуатации водопотребление составит около 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Величина прогнозных эксплуатационных ресурсов в целом по Уватскому району составляет около 2773 тыс. м<sup>3</sup>/сут., такие объёмы для целей водоснабжения оцениваются как допустимые. Так же с целью минимизации воздействия на водные ресурсы производится закачка сточных вод в систему поддержания пластового давления (ППД), что исключает их сброс в водоемы или на рельеф.

Так же воздействие на водные объекты связано с нарушением их естественного состояния при пересечении водотоков коридорами коммуникаций и возможным загрязнением водной среды при проведении буровых работ. Вероятность и масштабы такого загрязнения зависят от соблюдения комплекса водоохраных мероприятий и принятых технологических решений [31].

Обустройство и эксплуатация объектов нефтегазовой отрасли предусматривает образование, сбор, накопление, хранение и первичную обработку отходов. Отходы бурения так же являются потенциальным источником загрязнения природной среды. Максимальный объем образования опасных отходов приходится на отходы 3 - го класса опасности (шлам очистки трубопроводов и резервуаров с нефтью) и 4-го класса опасности (осадки от реагентной очистки стоков), который являются умеренно и мало опасными. Для минимизации воздействия для Уватского проекта принят малоотходный способ бурения, предполагающий обезвоживание буровых отходов для их последующего обезвреживания.

При соблюдении соответствующих норм и правил по сбору, хранению, вывозу и утилизации отходов воздействие их на окружающую природную среду будет умеренным, допустимым.

### **3.2 Влияние подводных переходов на качественный состав вод**

Согласно, СНиП 2.05.06 – 85 [8] подводным переходом называется участок линейной части нефтепровода, пересекающий водные преграды шириной по зеркалу воды в межень более 10 м и глубиной более 1,5 м и шириной по зеркалу воды в межень более 25 м не зависимо от глубины.



К переходам магистральных трубопроводов через малый водоток относят линейную часть нефтепровода проходящую через водоток или водоём шириной по зеркалу воды в межень менее 25 м и глубиной менее 1,5м, или шириной по зеркалу воды в межень менее 10 м, независимо от глубины.

Переходы магистральных трубопроводов через водные преграды имеют свою классификацию (таблица 6), согласно данным ОР-75.200.00-КТН-088-12 Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды и малые водотоки [4].

Таблица 6 – Виды подводных переходов

Классификация переходов магистральных трубопроводов		
по количеству трубопроводов одного МТ, пересекающих водную преграду	по количеству пересекаемых водных преград в границах перехода	по методу строительства
одноточные	однорусловые	наклонно-направленного бурение
		микротоннелирование
многоиточные	комплексные, состоящие из нескольких сопряженных переходов, имеющих общие границы	тоннелирование с использованием щитовой проходки
		труба в трубе
		траншейный
		надземный (воздушный)

Источник: [4].

В период эксплуатации система трубопроводного транспорта нефти герметична и не оказывает негативного воздействия на поверхностные и подземные воды [7]

При выполнении работ по эксплуатации подводного перехода магистрального нефтепровода негативное воздействие на поверхностные и подземные воды может произойти при выполнении земляных работ на пойме и в русле реки, так как при передвижении строительной техники происходит нарушение рельефа и, как следствие, может быть нарушен естественный сток.

При загрязнении производственными и бытовыми отходами так же происходит негативное воздействие на водную среду.

Установка площадки заправки техники без твердого покрытия, хранение горюче-смазочных материалов (ГСМ) на площадке, эксплуатация неисправной техники и в случае утечки ГСМ так же происходит загрязнение водной среды, путем стока с прилегающих

территорий. Наиболее интенсивный смыв проходит в период весеннего половодья, когда сток формируется на всех геоморфологических уровнях. Именно таким образом происходит интенсивный смыв нефти с поверхности водосбора, повышение склонового стока способствует увеличению смыва нефтепродуктов, а с другой стороны увеличение водности обеспечивает снижению концентраций нефтяных углеводородов в речной воде.

Трубопроводы, насыпи дорог, кустовые площадки также приводят к негативному воздействию, так как создают подпоры разгрузке склоновых вод, что приводит к изменению водного режима исследуемой территории.

Практика эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов показала, что для предотвращения серьезных аварий и своевременного проведения планово-предупредительного ремонта необходимо периодическое обследование технического состояния. Соответственно при соблюдении всех условий эксплуатации негативное воздействие минимизируется.

В соответствии с Приказом Министерства Природных Ресурсов РФ №30 от 6 февраля 2008 г. [5] собственники водных объектов и водопользователи представляют сведения, получаемые в результате наблюдений за водными объектами (их морфометрическими особенностями) и их водоохранными зонами, в соответствующие территориальные органы Федерального агентства водных ресурсов.

Согласно программе экоаналитического контроля, качество воды в местах подводных переходов оценивается в створах выше и ниже перехода; оценивается содержание в отобранных пробах воды трех показателей: взвешенные вещества, БПК<sub>п</sub>, нефтепродукты. Самый крупный наблюдаемый водоток данной территории - река Демьянка. Наблюдения велись в 6 местах на границах контуров лицензионных участков в летне-осенний период. Период летнее - осенней межени является наиболее показательным для анализа антропогенной нагрузки на водные объекты, так как пробы воды менее разбавлены талыми водами, отмечается максимальная минерализация воды. Водность в этот период зависит от количества выпавших осадков, соответственно наблюдается дополнительный смыв загрязняющих веществ с почв [44].

В следующей главе представлен анализ результатов отобранных проб поверхностных вод на р. Демьянка на границе контуров лицензионных участков от Усть-Тегусского до Северо-Демьянского. Пробы анализировались на 26 показателей.

## **ГЛАВА 4 ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОД НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВАТСКОГО РАЙОНА**

Для того чтобы в комплексе описать поступление химических веществ в поверхностные воды необходимо выявить соотношение между природными факторами и хозяйственной деятельностью в процессе формирования качества вод. Для этого нами был применен факторный анализ, с помощью которого можно выявить зависимость содержания химических веществ в компонентах ландшафта данной территории. Это позволит установить наличие зависимостей между различными компонентами водных геосистем, учитывать совокупное действие многих факторов, ранжировать установленные зависимости по величине собственных критериев значимости.

### **4.1 Факторный анализ формирования химического состава поверхностных вод под влиянием природных сред в границах Уватской группы месторождений**

В качестве инструмента для проведения факторного анализа была выбрана программа STATISTICA. Набором данных, в нашем случае, является баз, содержащая информацию о концентрации микроэлементов (Mn, V, Ti, Cr, Zr, B, Ba, Sr, Ni, Cu, Zn, Pb, Fe, главных ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ) в водах озер и рек, расположенных на территории Уватского района, почвах, горных породах, а также болотных вод, содержащих биогенные элементы и формирующихся под влиянием разложения растительных остатков. Исходные данные представлены в приложении 1.

В ходе данного анализа нами был применен метод главных компонент с варимаксным нормализованным вращением корреляционной матрицы.

Анализ главных компонент используется для формирования некоррелированных линейных комбинаций наблюдаемых элементов, перечисленных выше. Этот метод применен для получения начального факторного решения. Компоненты имеют определенную долю дисперсии (рассеяния) и все они не коррелированы между собой. Для упрощения в описании столбцов матрицы и придания некоего смысла применяется метод варимакс или ортогональное вращение. На этом этапе происходит воспроизведение выборочной корреляции матрицы между переменными, с помощью вращения данных факторов.

По результатам анализа было выявлено три основных фактора, формирующих химический состав поверхностных вод, на которые в сумме приходится 65,7 % всей выборки. На каждый фактор приходится высокая корреляционная связь с определёнными химическими элементами и ионами. Значения корреляции, представленные в таблице, показывают высокую силу связи (выше 0,7). Данные представлены в таблице 6.

На первый фактор из всей выборки приходится 33,2 %, что является самым высоким показателем. Этот фактор объединяет элементы содержащиеся в почвах. Объясняется климатическим аспектом – преобладание осадков над испарением, вследствие чего химические элементы вымываются из почв и попадают в водные объекты.

Таблица 6 – Результаты факторного анализа (метод главных компонент)

Переменные	Факторы		
	1	2	3
Ca <sup>2+</sup>	-	-	0,75
Mg <sup>2+</sup>	-	-	0,70
Na <sup>+</sup>	-	-	0,80
K <sup>+</sup>	-	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	0,95
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-	-	0,81
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	0,85	-
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	0,80	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	0,90	-
Cu <sup>2+</sup>	-	-	-
Mn	0,90	0,95	0,80
Al	-	0,80	-
Cr	-	-	-
Zr	0,70	-	-
P	0,80	0,70	-
Ba	0,85	-	-
Sr	0,75	-	-
Ti	0,70	-	-
Ni	-	0,70	-
Cu	0,70	-	0,71
Zn	-	-	0,90
Pb	-	-	-
Fe	0,91	0,93	0,85
Вклад факторов, %	33, 2	20,1	12,4

- значение корреляции менее 0,7

Источник: [составлена автором].

Высокие корреляционные связи отмечены у таких микроэлементов как Mn, Fe, Ba, P, Sr, Ti, Cu, Zr что связано с распространением болотных почв на данной территории, а эти элементы обладают активностью в слабокислой и кислой среде, характерной для них. Наличие Sr и Ba можно объяснить гумидностью климата, ведь они обладают чувствительностью к данному фактору.

Так как современные почвы сформированы на фоне аккумуляции на их поверхности эоловых осадков, поэтому они должны сохранить в своем элементарном составе результат действий этого геохимического процесса [40]. Именно поэтому, Zr и Sr выносятся из верхнего (гумусово-аккумулятивного) горизонта почв.

Повышенное содержание Fe и Mn объясняется присутствием их в верхних горизонтах подзолистых почв, где хорошо выражена кислотнo-щелочная зональность профиля и активные процессы подзолообразования, что влияет на активность химических элементов и приводит к формированию геохимических барьеров – окислительно-восстановительный, иллювиальный и щелочной (карбонатный) на которых происходит аккумуляция данных элементов.

Второй фактор – болотные воды, формирующиеся под влиянием разложения растительных остатков, на долю которого из всей выборки приходится 20,1 %, обогащает воды биогенными элементами. Наличие в водах в разной мере гумифицированных остатков растительных и животных организмов в значительной степени определяет содержание и подвижность химических элементов в почвах.

Высокая корреляция наблюдается у Fe и Mn, что связано с высоким количеством растворенных органических гумусовых соединений, с которыми хорошо взаимодействуют данные элементы, образуя двух и трехвалентные комплексные соединения. Также при антропогенном воздействии при нефтедобыче возможно попадание пластовых вод богатых железом, вследствие чего процентное соотношение данных соединений с органикой значительно возрастает.

Благодаря высокому содержанию в болотных водах органических соединений и гуминовых кислот, которые имеют сходные свойства с ионами металлов, многие микроэлементы образуют с ними комплексные соединения. Этому свидетельствует повышенный процент в выборке аммония, оксидов азота и фосфора. В данных условиях, при значениях pH около 6-8, прочные комплексы с гуминовыми кислотами образуют Zn, Cu, Ni, Al. Вследствие этого, можно сделать вывод, что в южной тайге поверхностные природные воды обогащены органоминеральными соединениями микроэлементов.

Третий фактор – горные породы, в данной выборке влияет в меньшей степени, но его вклад очень важен, т.к. именно он определяет поступление главных ионов в воды и объясняет высокое содержание карбонатов. Поступление данных ионов осуществляется путем взаимодействия с продуктами разрушения древних карбонатных горных пород (известняков, сланцев), а также озерных и озерно-аллювиальных и эоловых осадков. Под влиянием данного фактора можно сделать предположение, что практически все поверхностные воды южной тайги относятся к гидрокарбонатному классу.

Также, горные породы, формирующие данные территории (доломиты, кальциты, сидериты) определяют поступление в воды ионов Cu, Al и Zn и других микроэлементов часто встречающихся в породах озерного и озерно-аллювиального генезиса.

В итоге можно сделать вывод, что химический состав и качество вод исследуемого района формируется при взаимовлиянии почвенных, органоминеральных и геологических условий. Легкий гранулометрический состав почв и гумидный климат территории обеспечивают активную миграцию таких элементов, как Mn, Fe, Ba, P, Sr, Ti, Cu, Zr в поверхностные воды и способствуют формированию многих геохимических барьеров.

Содержание в водах Zn, Cu, Ni, Al, а также  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  связано с присутствием в большом количестве органического вещества и гуминовых кислот. Горные породы влияют на поступление главных ионов и определяют малую минерализацию вод и их гидрокарбонатный состав. Для всех факторов характерно содержание Fe и Mn, что объясняется их большой химической активностью и высоким содержанием во всех исследуемых компонентах.

#### **4.2 Анализ антропогенного фактора формирования химического состава поверхностных вод Уватской группы месторождений**

Для определения доли антропогенной нагрузки на реки в тех частях, где проложены подводные переходы, необходим контроль водных объектов, наблюдение за морфометрическими характеристиками и состоянием водоохраных зон рек на участках подводных переходов трубопроводов.

В соответствии с Приказом Министерства Природных Ресурсов РФ №30 от 6 февраля 2008 г. [5] собственники водных объектов и водопользователи представляют сведения, получаемые в результате наблюдений за водными объектами (их морфометрическими особенностями) и их водоохраными зонами, в соответствующие территориальные органы Федерального агентства водных ресурсов.

Согласно программе экоаналитического контроля, качество воды в местах подводных переходов оценивается в створах выше и ниже перехода; оценивается содержание в отобранных пробах воды трех показателей: взвешенные вещества, БПК<sub>п</sub>, нефтепродукты. Самый крупный наблюдаемый водоток данной территории - река Демьянка. Наблюдения велись в 6 местах на границах контуров лицензионных участков в летне-осенний период. Период летнее - осенней межени является наиболее показательным для анализа антропогенной нагрузки на водные объекты, так как пробы воды менее разбавлены талыми водами, отмечается максимальная минерализация воды. Водность в этот период зависит от количества выпавших осадков, соответственно наблюдается дополнительный смыв загрязняющих веществ с почв [44]. Проведен анализ результатов химического анализа отобранных проб поверхностных вод на р. Демьянка на границе контуров лицензионных участков от Усть-Тегусского до Северо-Демьянского. Пробы анализировались на 26 показателей.

Качество вод оценивается комплексом разных показателей. Основные показатели качества воды являются ее ионный состав, общее солесодержание, цветность, жесткость, щелочность, а так же содержание железа, марганца и некоторых других элементов. Схема территории отбора проб представлена на рисунке 2.

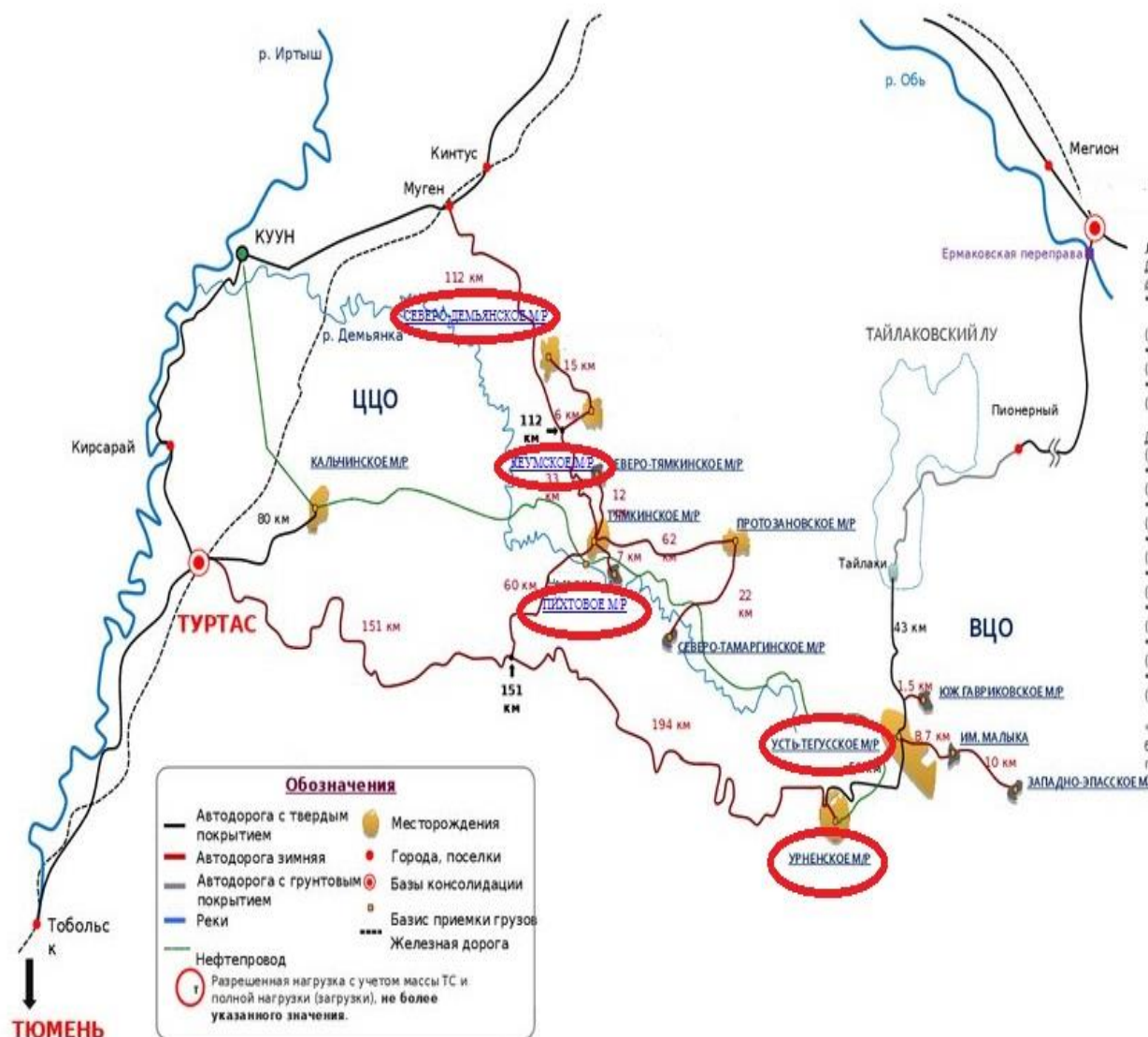


Рисунок 2 – Схема территории отбора проб поверхностных вод на р. Демьянка на границе контуров лицензионных участков. (Схема составлена на основании [31]).

Качество вод оценивается комплексом разных показателей. Основные показатели качества воды являются ее ионный состав, общее солесодержание, цветность, жесткость, щелочность, а так же содержание железа, марганца и некоторых других элементов [44].

Если рассматривать покомпонентно, то сразу можно обратить внимание, что по содержанию в водах нефтепродуктов превышений по ПДК ни в одной точке отбора не наблюдается.

Важным показателем качества вод является кислородообеспеченность, которая выражается через показатель биологического потребления кислорода (БПК). Анализируемый

показатель БПК<sub>полн.</sub> т.е., количество кислорода, требуемое для окисления органических примесей до начала процессов нитрификации.

В летний период наблюдается превышение ПДК в 3 точках ( Усть-Тегусский ЛУ, Урненский ЛУ и на входе в Пихтовый ЛУ) ко второму этапу отбора проб в осенний период наблюдается общая тенденция к снижению БПК<sub>полн.</sub> Незначительное превышение сохраняется только на входе в контур Усть-Тегусского ЛУ, что объясняется заболоченностью территории и слабым стоком в местах отбора проб.

Мутность воды и содержание в ней взвешенных веществ обуславливается присутствием механических примесей, находящихся во взвешенном состоянии, зависит от характера грунта дна и берегов рек, от скорости течения воды зависит степень вымывания частиц грунта.

При анализе результатов химического анализа воды общую тенденцию отследить очень сложно, т.к. это нестабильный показатель и его значения изменяются в течение года, возрастая в период дождей и паводков. Наибольшая мутность наблюдается в летний период и колеблется в пределах от 4 до 200 мг/дм<sup>3</sup> (от створа подводного перехода Магистрального нефтепровода ЦПС Усть-Тегусского месторождения до узла учета нефти на Кальчинском месторождении). Показатель содержания взвешенных наносов в поверхностных водах не нормируется какими-либо нормативными документами, поэтому достаточно сложно его охарактеризовать в данной работе. Однако, несомненно, значения выше 50 мг/дм<sup>3</sup> можно считать высокими. Такие результаты можно объяснить тем, что параллельно нефтепроводу Усть-Тегусского месторождения – Узел учета нефти на Кальчинском месторождении проходит автомобильная дорога с твердым покрытием, проложенная поверх песчаной отсыпки, так же можно объяснить естественным кратковременным увеличением данного показателя за счет влекомых частиц с водосбора территории, попадающих в русло во время дождя. Ко второму этапу отбора проб содержание взвешенных веществ уменьшается, и его значения составляют около 4-50 мг/дм<sup>3</sup>, что можно связать с понижением водности и расходов реки.

Объяснить содержание взвешенных наносов в пробах воды достаточно сложно: тут основными факторами являются природные: механический состав донных отложений, рельеф дна, скорости течения, осадки и т.п.

Биогенные элементы входят в состав всех живых организмов и являются индикаторами загрязнения водоёмов. Список данных элементов достаточно широк, это азот, железо, калий и др., а так же различные соединения азота (нитраты, нитриты, органические и неорганические аммонийные соединения).



Нитриты и нитраты во всех точках отбора находятся в пределах нормы, а вот содержание железа в несколько раз превышено. Железо вообще один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7 % по массе, поэтому железо, с точки зрения его распространенности в природе, принято называть макроэлементом. Более чем в 10 раз превышают нормы ПДК пробы отобранные в Усть-Тегусском ЛУ, Урненском ЛУ и на входе в Пихтовый ЛУ. Объяснить данный факт можно тем, что для данной территории характерно повышенное содержание железа в природных водах, т.к. территория заболоченна, а в болотных водах превышено содержание гуминовых кислот, образующих прочные соединения с ионами металлов.

Благодаря высокому содержанию в болотных водах органических соединений и гуминовых кислот, которые имеют сходные свойства с ионами металлов, многие микроэлементы образуют с ними комплексные соединения. Данный факт так же обуславливает повышенное содержание марганца на выходе из Пихтового ЛУ и цинка в летний период на выходе из Кеумского лицензионного участка. Так же в 2011 году велось обустройство Урненского месторождения и возможно было незначительное повышение благодаря попаданию пластовых вод обогащенных ионами металлов.

Так же из числа тяжелых металлов кадмий и цинк превышают ПДК в районах отбора проб Кеумского (в 2,5 раза) и Северо-Демьянского лицензионных участков. Цинк является микроэлементом интенсивного биологического накопления и активно поглощается растительностью. В болотных ландшафтах биогенная активность цинка и меди падает, а водно-миграционная увеличивается. Тем самым можно сказать, что цинк содержится в повышенном количестве в речных водах, протекающих на заболоченных водосборах. Так же данные элементы могут попадать со сточными водами.

Превышение ПДК по кадмию в 6 раз на выходе из Северо-Демьянского ЛУ можно объяснить тем, что в период отбора проб на летнем этапе проводились строительные работы, вблизи точек отбора постоянно работала строительная техника. Эти превышения имеют временный и локальный характер, так как на осеннем этапе в данных точках превышений отмечено не было.

По данному анализу можно сделать вывод, что сами подводные переходы на качественный состав поверхностных вод не оказывают влияния. Влияние подводных переходов проявляется на уровне деформации берегов, нарушением естественного рельефа русла в створе перехода, в связи с чем возникает неравномерное распределение скоростей воды по профилю реки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование химического состава поверхностных вод происходит при сочетании различных природно-климатических и антропогенных факторов.

Для проведения исследования был выбран факторный анализ. Нами применен метод главных компонент с варимаксным нормализованным вращением корреляционной матрицы. По итогу выделено три главных фактора, влияющих на качество поверхностных вод имеющих наибольшую корреляционную значимость: почвы, болотные воды, горные породы.

При изучении условий формирования качества поверхностных вод, было выявлено, что в химическом составе вод преобладают элементы природного происхождения. Горные породы влияют на поступление главных ионов и определяют малую минерализацию вод и их гидрокарбонатный состав. Для поверхностных вод свойственно повышенное содержание соединений железа, марганца, органического вещества, что обусловлено геохимической активностью данных элементов и их повсеместного присутствия в почвах и горных породах, заболоченностью водосборов и биохимическими особенностями растительности.

Антропогенное воздействие на водные объекты связано с нарушением их естественного состояния при пересечении водотоков коридорами коммуникаций и возможным загрязнением водной среды при проведении буровых работ. Вероятность и масштабы такого загрязнения зависят от соблюдения комплекса водоохраных мероприятий и принятых технологических решений. Но при рациональном подходе это воздействие минимизируется. Можно обратить внимание, что по содержанию в водах нефтепродуктов превышений по ПДК ни в одной точке отбора не наблюдается. Вклад в ухудшение качества вносит поверхностный сток с территорий, но эти превышения имеют временный и локальный характер.

Подводные переходы на качественный состав поверхностных вод не оказывают влияния. Влияние подводных переходов проявляется на уровне деформации берегов, нарушении естественного рельефа русла в створе перехода, в связи с чем возникает неравномерное распределение скоростей воды по профилю реки.

Таким образом, в результате использования нескольких методов по оценке качественного состава вод можно получить корректные данные позволяющие оценить антропогенный вклад и влияние природных сред в компонентный состав поверхностных вод. Выявление доминирующих природных факторов, влияющих на формирование химического состава вод, позволит более рационально организовать программу экологического мониторинга с учетом региональных экологических нормативов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Источники

1. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М., 2012. – 32 с.
2. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М., 2010. – 14 с.
3. ГОСТ 17.1.5.04-81. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. – М., 2003. – 11 с.
4. ОР-75.200.00-КТН-088-12 Порядок технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды и малые водотоки.
5. Приказ МПР России от 06.02.2008 № 30 Об утверждении форм и порядка представления сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами. – М., 2008. – 18с.
6. РД-52.24.353-94 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.
7. РД 153-39.4-056-00 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.
8. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.

### Литература

9. Атлас Тюменской области. – Москва-Тюмень: Главное управление геодезии картографии при Совете министров СССР, 1971. – 120с
10. Бакулин В.В. География Тюменской области: учеб. пособие/ В. В. Бакулин, В. В. Козин. - Екатеринбург: Средне-Уральское книжное изд-во, 1996. - 240 с.
11. Бронзов А.Я. Типовые болота на южной окраине Западно-Сибирской равнинной тайги / Почвоведение. – 1936. – № 2. – 224с.
12. Гагаринова О.В. Антропогенное воздействие на природные воды Сибири/ Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, Петропавловск-Камчатский, 2002. – 21-35с.
13. Геохимическая карта территории СССР. Масштаб 1: 10 000 000. Объяснительная записка. – Л., 1985. – 70с.
14. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2010 году/ Правительство Тюменской области. – Тюмень, 2011. – 82с.
15. Доклад об экологической ситуации в Тюменской области в 2014 году/ Правительство Тюменской области. – Тюмень, 2016. – 212с.
16. Евсеева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области). / Вестник Томского государственного университета, 2011. – 204с.
17. Ермилов О.М., Грива Г.И., Москвин В.И. Воздействие объектов газовой промышленности на северные экосистемы и экологическая стабильность геотехнических комплексов в криолитозоне // Изд-во СО РАН – Новосибирск – 2002. – 148 с

18. Западная Сибирь //Под ред. Рихтера Н.Г. Москва:Изд-во АН СССР, 1963. - 492 с.
19. Инишева Л.И. Условия формирования и геохимия болотных вод /Болота и биосфера: Материалы II научной школы. Томск: Изд\_во ТГПУ, 2003. – 49с.
20. История развития растительности внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности в позднеплиоценовое и четвертичное время. Москва: Наука, 1970. - 364 с.
21. Калинин В.М. Вода и нефть (гидролого-экологические проблемы Тюменского региона)/Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. - 222 с.
22. Калинин В.М. Малые реки в условиях антропогенного воздействия/ В.М. Калинин, С.И. Ларин, И.М. Романова; Тюм. гос. ун-т. - Тюмень : Изд-во Тюм. гос. ун-та, 1998. - 220 с.
23. Калинин В.М. Экологическая гидрология Учебное пособие. - Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2008. - 148 с.
24. Классификация М.И. Львовича [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.geosite.ru/index.php/2011-01-11-14-44-21/84/940-pitanie-rek.html>
25. Козин В.В. Проблема определения ценности и устойчивости экосистем / Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. – Тюмень, 1996
26. Комплексные гидрохимические и биологические исследования качества вод и состояния водных и околосредовых экосистем: Методическое руководство, Часть 2, камеральные работы / под общ. Ред. Т.И. Моисеенко, Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2012. - 106с.
27. Кремлева Т.А., Моисеенко Т.И., Хорошавин В.Ю. Геохимические особенности природных вод Западной Сибири: микроэлементный состав / Вестник Тюменского государственного университета, 2012. № 12. С. 80-89.
28. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 2013 – 109с .
29. Лукашев К.И., Ковалёв В.А., Жуховицкая А.Л. и др. Геохимия озёрно-болотного литогенеза. – Минск: Наука и техника, 1971.– 280 с.
30. Молчанова Я.П., Заика Е.А., Бабкина Э.И., Сурнин В.А. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М. : Форум, 2007. 192 с.
31. Отчет устойчивого развития ПАО Роснефть [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rosneft.ru/Development/>.
32. Полищук Ю.М. Изучение связи свойств нефтей с геотермическими характеристиками нефтеносных территорий/ Ю.М.Полищук, И.Г. Яценко; Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН № 3, 2005. – С. 26-34.

33. Почвы Тюменской области/ Л. Н. Каретин. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 283 с.
34. Рассказов Н.М. Основные особенности химического состава болотных вод (на примере юго-восточной части Западной Сибири) / Вестник Томского государственного университета, 2005. – 56-59с.
35. Рассказов Н.М., Удодов П.А., Емельянова Т.Я. и др. Основные гидрогеологические и гидрогеохимические особенности торфяных месторождений центральной части Обь-Иртышского междуречья / /Под ред. Е.В. Пиннекера. – М.: Недра, 1971. — 232с.
36. Савичев О.Г. Пространственные и временные изменения химического состава речных вод бассейна средней Оби / География и природные ресурсы. – 2000. - №2. — с. 60-66.
37. Старков В.Д. Геологическая история и минеральные богатства Тюменской земли/ В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова. – Тюмень, 1996. - 192. с.
38. Справочник по гидрохимии / под ред. А.М. Никанорова. Л. : Гидрометеиздат, 1989. — 392 с.
39. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири / Тюмень : Издательство ТюмГУ, 2010. – 319с
40. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / отв. ред. И.М. Гаджиев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277с.
41. Физико-географическое районирование Тюменской области / под ред. Гвоздецкого Н.А. – М.: МГУ, 1973. — 248с.
42. Характеристика антропогенной нагрузки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecotoxlab.wordpress.com/результаты/result2011>
43. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. М. : Недра, 1998. —366 с.

#### **Неопубликованные материалы**

44. Итоговый отчет контроль водных объектов окружающей среды ООО «ТНК-Уват». Том 1/ Институт геоинформационных систем – Тюмень, 2011. – 45с.

# Приложения