



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему: **Методика изучения гидроэкологических проблем бассейна реки Пясины с привлечением спутниковых снимков**

Исполнитель _____ Сбитякова Дарья Павловна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ к.ф.-м.н.
(ученая степень, ученое звание)

_____ Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

_____ К.Г.Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

« 25 » июня 2019 г.

Санкт-Петербург
2019



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему: **Методика изучения гидроэкологических
проблем бассейна реки Пясины с привлечением
спутниковых снимков**

Исполнитель _____ Сбитякова Дарья Павловна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ к.ф.-м.н.
(ученая степень, ученое звание)

_____ Саноцкая Надежда Александровна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

_____ К.Г.Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

_____ Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 20__ г.

Санкт-Петербург
2019

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1 Физико-географическое описание бассейна реки Пясины	5
1.1 Краткое географическое описание речного бассейна	5
1.2 Рельеф и ландшафты речного бассейна.....	8
1.3 Гидрогеологическая характеристика речного бассейна	10
1.3.2 Общая характеристика гидрогеологических условий речного бассейна	11
1.4 Почвы	21
1.5 Климатическая характеристика	23
Глава 2 Характеристика бассейна реки Пясины.....	29
2.1 Водные объекты речного бассейна. Перечень и основные параметры.....	29
2.2 Гидрологическая характеристика речного бассейна.....	31
2.3 Характеристика гидрологической и гидрогеологической изученности речного бассейна	35
Глава 3 Способы использования водных объектов в речном бассейне	38
3.1 Характеристика и способы и спользования водных объектов в речном бассейне.....	38
3.2 Использование водных объектов для целей питьевого и хозяйственно – бытового водоснабжения	46
Глава 4 Современное гидроэкологическое состояние бассейна реки Пясины....	52
4.1 Основные показатели социально-экономического развития речного бассейна.....	52
4.2 Ключевые проблемы речного бассейна.....	55
4.3 Оценка экологического состояния водных объектов речного бассейна....	62
4.4 Распределение водных объектов по классам экологического состояния ..	64
4.5 Оценка экологического состояния подземных водных объектов на территории речного бассейна	69
Глава 5 Методика изучения гидроэкологических проблем с помощью космических снимков	76
5.1 Общие положения дистанционного зондирования Земли.....	76
5.2 Выявление проблем на территории бассейна реки Пясины с помощью дистанционного зондирования	84
Заключение	91
Список используемой литературы	93

Введение

Космический мониторинг широко используется при изучении ландшафтной структуры, природных ресурсов и типов природопользования, а также для анализа степени загрязнения атмосферы, земельных и водных ресурсов, в работах по оценке антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду. Использование методик дистанционного зондирования позволяет оперативно решать самые разные задачи в области природопользования и гидроэкологии.

При создании систем экологического мониторинга необходимо соблюдения следующих основных принципов:

- 1) объективность и достоверность первичной, аналитической и прогнозной информации;
- 2) систематичность наблюдений за состоянием окружающей природной среды и техногенными объектами, влияющими на нее;
- 3) повышение оперативности получения и достоверности первичных данных экологической информации;
- 4) повышение уровня и качества информационного обслуживания потребителей экологической информации.

Целью работы является создание методики изучения гидроэкологических проблем бассейна р. Пясины (рис.1) с привлечением спутниковых снимков.

Бассейн р. Пясины находится в пределах Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и городского округа Норильск Красноярского края. Город Норильск – градообразующий комплекс одного из крупнейших в мире горнодобывающего, и, одновременно, металлопроизводящего комбината (Заполярный филиал ОАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»). С деятельностью «Норильского никеля» связано социально-экономическое развитие всего Красноярского края, одновременно с этим кампания является основным загрязнителем территории.

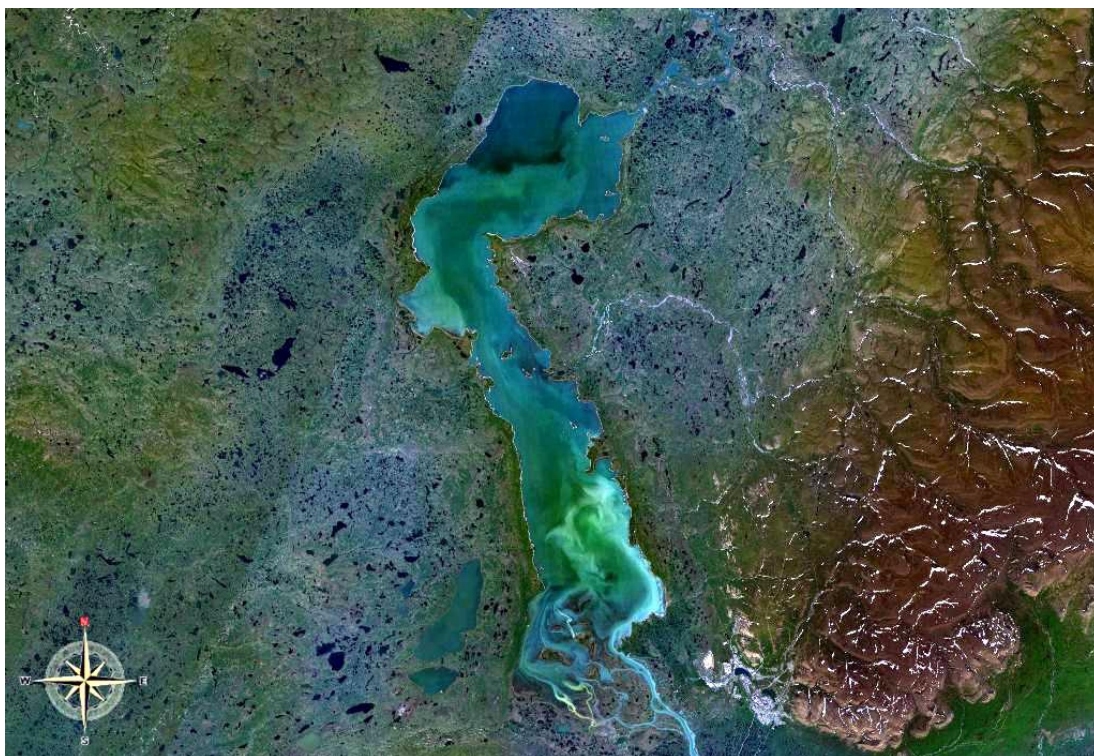


Рисунок 1 – Озеро Пяси́на

В ходе исследований решались следующие задачи:

- представить общую характеристику бассейна р. Пяси́на;
- выявить основные способы использования водных объектов в бассейне;
- осветить современное гидроэкологическое состояние бассейна р. Пяси́на с указанием ключевых проблем и оценкой экологического состояния водных объектов;
- разработать методику изучения гидроэкологических проблем с помощью космических снимков.

Для обеспечения устойчивого водопользования, развитие социально-экономической, промышленной отрасли, охраны водных объектов, защиты от негативного воздействия вод, важно принять и реализовать мероприятия по сохранению водных экосистем, обеспечивающих наибольший социальный и экономический эффект. Для этого предстоит реализовать мониторинг с привлечением космических снимков.

Глава 1 Физико-географическое описание бассейна реки Пясины

1.1 Краткое географическое описание речного бассейна

Река Пясины – одна из крупных рек России. Истоком реки является озеро Пясино. Её длина от озера и до устья составляет 818 км, бассейн р. Пясины расположен на севере Евразии на территории России. Общая площадь водосборного бассейна – 205 тыс. км² (рисунок 1.1).

Река Пясины впадает в Пясинский залив Карского моря, образуя при этом эстуарий длиной 170 км. В устье реки расположены Лабиринтовые острова площадью 2,4 тыс. км².

В бассейне р. Пясины находятся Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район и городской округ Норильск Красноярского края (рисунок 1.2).

Пополняет свои пресные воды озеро Пясино за счет дождя, снега, мелких притоков и реки Норильской, которая перед местом впадения распадается с образованием второго притока – реки Амбарной. Вытекает из озера река Пясины, которая течет в северном направлении до впадения в Карское море. На северном участке озера ее подпруживает конечная морена – поперечная насыпь на пути распространения ледника, которая и явилась причиной образования озера. Приток, река Норильская, в свою очередь, является ответвлением реки Пясины в ее верхнем течении. Множество мелких рек и ручьев несут в Пясино воды путоранских озер Кета, Лама и Глубокое.

Площадь озера Пясино 735 км². Озеро расположено в Северо-Сибирской низменности в районе отрогов плато Путорана и располагается в двадцати километрах от Норильска. Водоем имеет ледниковое происхождение и почти девять месяцев в году, с середины осени по конец июля, скован льдом.

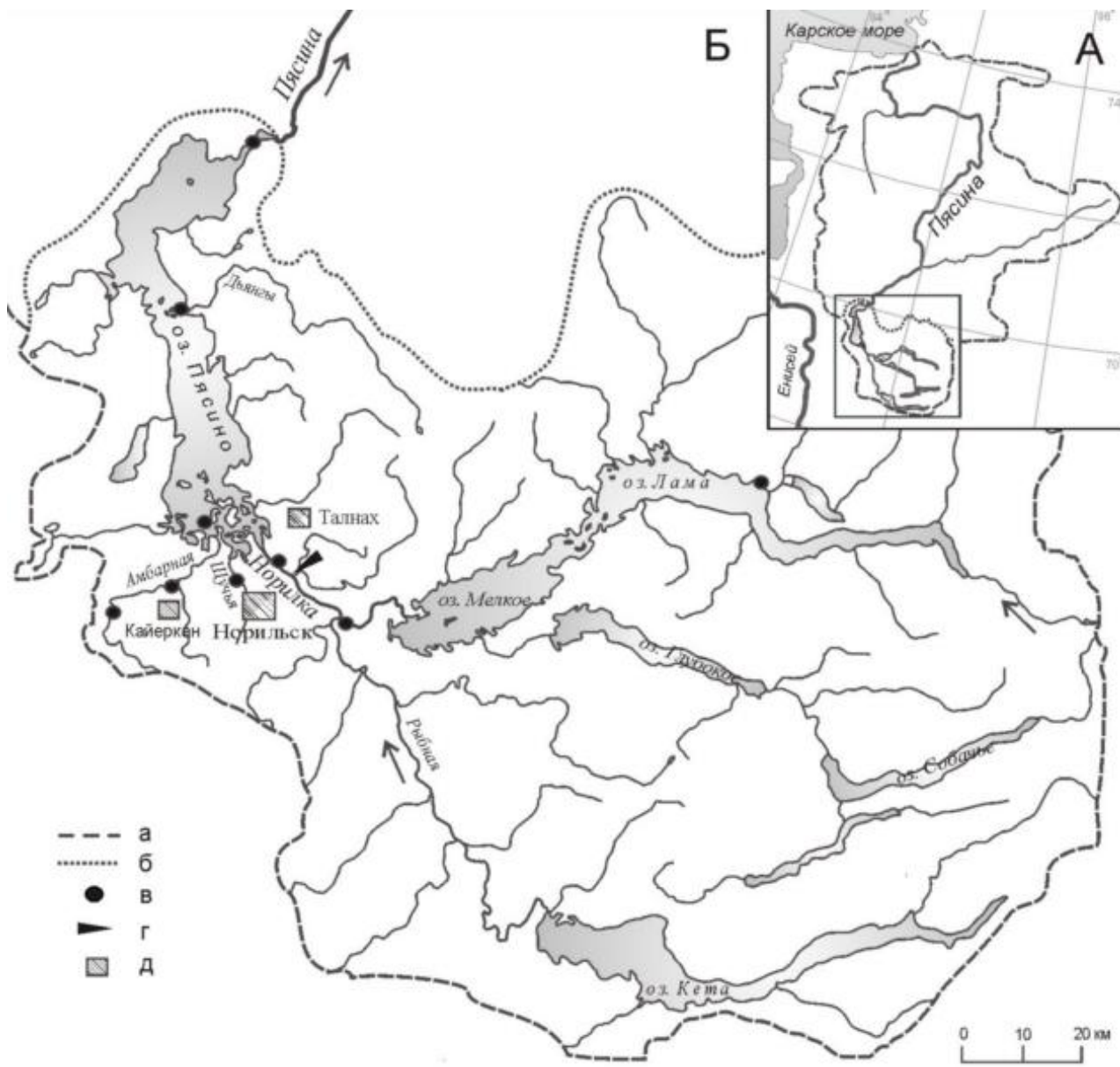


Рисунок 1.1 Водосборный бассейн р. Пясина (А) и
Норило-Пясинской системы (Б)

Примечание – а, б – границы водосборных бассейнов реки Пясина и Норило-Пясинской водной системы; в – пункты гидрохимических наблюдений; г – опорный гидрологический пост р. Норилка (пос. Валек); д – населенные пункты



Рисунок 1.2 Водосборный бассейн р. Пясины

Озеро имеет вытянутую форму с длиной около семидесяти и максимальной шириной до пятнадцати километров. Вглубь оно уходит максимально на десять, а в среднем – на четыре метра.

Пологие озерные берега сменяются многочисленными заболоченными участками. В окрестностях равнинная тундра сменяется холмистой, покрытой небольшими лесами. Ее просторы изрезаны лентами малых рек, усыпаны синими пятнами озер, а на юге плоскогорья местами встречаются небольшие рощицы – признаки близости лесной зоны.

Вокруг озера простираются попеременно участки с талой землей и вечной мерзлотой. Субарктический район с континентальным климатом характеризуется летней жарой, которая может достигать до плюс 38°C, и зимними морозами до минус 55°C. Период холодов длится с сентября по начало июля. В районе озера длительность полярной ночи и полярного дня составляет 60 и 64 дня соответственно.

Бассейн р. Пясины характеризуется суровыми природными условиями, что нашло отражение в заселении, хозяйственном освоении территории бассейна, использовании водных объектов. Максимальная хозяйственная освоенность характерна для территории городского округа Норильск, где сосредоточена основная часть населения и промышленности севера Красноярского края. Водные объекты этих территорий бассейна р. Пясины испытывают наибольшее антропогенное воздействие.

Величина среднегогодового стока (общего) в бассейне р. Пясины составляет 76 525 млн. м³/год.

Величина сброса воды и забора из поверхностных водных объектов составляет 227,96 млн. м³/год. Степень изменения водозабора изменяется от 0 до 0,29 % от объема стока.

1.2 Рельеф и ландшафты речного бассейна

Верховья речной системы Пясины находятся в горах Путорана, на северо-западе Средне-Сибирского плоскогорья. По линиям тектонических разломов Путорана пролегают долины многих рек и располагаются озерные котловины. Путоранская группа горных озер по своей уникальности и размерам сопоставима только с Байкалом и Телецким озером Горного Алтая. Самыми большими озерами здесь являются: Пясино (735 км²), Мелкое (270 км²), Лама (320 км²), Кета (450 км²). Глубина водоемов 100-250 м. Из озера Кета вытекает р. Рыбная. Реки Лама и Глубокая, текущие из одноименных озер, несут свои воды в оз. Мелкое, откуда начинается р. Норильская, сливающаяся с Рыбной в

пределах тектонической депрессии – так называемой «Норильской долины». Всклощенное дно этой депрессии сложено ледниковыми отложениями, высотные отметки колеблются от 50 до 100 м, по краям депрессии увеличиваются до 200 м и более, с запада долина отделена от Приенисейской террасовой равнины хребтом Лонтокойский Камень. В северной ее части лежит озеро Пясино, откуда и берет начало река Пяси́на, текущая по Северо-Сибирской (Таймырской) тундровой низменности.

Рельеф низменности равнинный, нарушаемый невысокими (200-240 м) увалами и холмистыми грядами северо-восточного простирания, между ними в многочисленных впадинах располагаются озера и озёрки. Низменность с поверхности сложена мощной толщей четвертичных отложений ледникового и морского происхождения. Слой многолетнемерзлых пород достигает 400-550 м. Обширные участки низменности заболочены, широкое развитие получили явления термокарста. Большинство озёр территории имеет термокарстовое происхождение, они небольшие по размерам, округлой формы, приурочены к плоским водоразделам и заболоченным поймам рек. Большие термокарстовые озера встречаются редко, обычно они занимают часть дна термокарстовых котловин. Озера не проточные. В пойменных долинах большинства рек располагаются небольшие и мелкие пойменные озера, имеющие связь с рекой только в период половодья.

Тектонические озера занимают сравнительно глубокие котловины, измененные денудационными процессами. Эти озера проточные. Ледниковые озера так же проточные или сточные. Для всех озерных котловин характерна подводная ступенчатость склонов, наличие далеко впадающих в озера речных дельт, в узких местах почти перегораживающих их, нередко подводных тектонических порогов, разделяющих акватории озёр на мелководные и глубоководные плесы. Береговая линия озёр слабо изрезана, больших заливов, как правило, нет. Вблизи береговой линии некоторых озёр встречаются небольшие группы скалистых островков со следами ледниковой обработки озерным льдом.

Для северной части равнины характерна мохово-лишайниковая тундра, для южной – кустарниковая тундра. В долинах рек распространены травяные и гипново-травяные болота.

После впадения реки Тарей, Пясины течет в широтном направлении вдоль южных склонов арктическопустынных гор Бырранга. На 150 км от устья она круто поворачивает на север, прорезает горы и впадает в Карское море. Горы тянутся от междуречья Енисейского залива и низовьев Пясины в северо-восточном направлении на 900 км. В западной части их высота 300-400 м. Северные склоны гор пониженные и пологие, южные – крутые и скалистые. Горы сильно разрушены, плосковершинные, с хорошо выраженными ледниковыми формами рельефа (цирки, кары, трог). Климатические условия суровые. К нижнему поясу гор приурочена мохово-лишайниковая тундра и участки редких низкорослых кустарников. В верхних частях склонов и на вершинах господствует горная арктическая пустыня.

Устьевая часть реки находится в пределах Северо-Таймырской арктическопустынной приморской низменности. Низменность сложена морскими четвертичными отложениями, среди которых выходят на дневную поверхность коренные породы, поднимающиеся над поверхностью на 50-100 м. Рыхлые отложения находятся в промерзшем состоянии, летом оттаивают на глубину до 0,5 м. Климат суровый, растительность скудная, в увлажненных местах встречаются гипново-травяные болота и пятна мха и лишайника.

1.3 Гидрогеологическая характеристика речного бассейна

1.3.1 Общие сведения о геологии района

Существенное влияние на формирование стока и распределение его по времени и по территории оказывает геологическое строение речных водосборов. Изучаемая территория имеет весьма сложное геологическое строение. Здесь широкое развитие получили разновозрастные комплексы, отличающиеся между собой в морфологическом отношении и по своему

литографическому составу, а также по степени тектонической нарушенности и положению относительно базиса эрозии.

Таймырская складчатая область охватывает Таймырский полуостров и прилегающие прибрежные острова Карского моря. В низкогорной структурно-денудационной ее части развиты преимущественно докембрийские структуры. В их строении участвуют терригенные, терригенно-осадочные и изверженные породы (сланцы, песчаники, известняки, граниты). В Южной высокогорной части гор Бырранга развиты преимущественно гнейсы, кварциты, мраморы, конгломераты, кристаллические и метаморфические сланцы, реже – песчаники, известняки, а также вулканиты траппового комплекса в виде эффузивов и их туфов. Молодые образования мезозойского возраста развиты слабо, зато почти повсеместно расположены четвертичные отложения, под покровом которых залегают более древние породы. Среди них наибольшее значение имеют ледниковые, межледниковые и современные морские и континентальные отложения.

1.3.2 Общая характеристика гидрогеологических условий речного бассейна

Согласно схеме гидрогеологического районирования территория бассейна р. Пясины относится к гидрогеологическим регионам Уральско-Сибирской палеозойской складчатой системы и Восточно-Сибирской платформы.

Речной бассейн расположен в зоне сплошного развития многолетнемерзлых пород (ММП). Мощность ММП увеличивается с юга на север от 30-100 м до 1000 и более м. Отдельные сквозные талики имеются лишь в южных частях речных бассейнов и приурочены к крупным озерным котловинам и речным долинам, которые, как правило, заложены вдоль тектонических нарушений.

Таймырская горно-складчатая область (ГСО) занимает территорию Горного Таймыра и террасированное морское побережье. Геологическое строение этой области весьма сложное. Здесь развиты глубоко промороженные

породы, начиная от архейских и кончая кайнозойскими, разнообразные по составу, степени метаморфизма и дислоцированности. ГСО представляет собой сложный мерзлотно-гидрогеологический массив.

В гидрогеологическом отношении область совершенно не изучена. Подземные воды характеризуются лишь в порядке прогноза (по аналогии с более изученными регионами) на основе имеющихся материалов о геологическом строении и физико-географических условиях.

В северной части ГСО, где обнажены кристаллические породы протерозойского возраста, представляет собой мерзлотно-гидрогеологический массив. Приуроченные к нему трещинно-грунтовые воды в связи с большой (до 400-500 м) мощностью зоны многолетнемерзлых пород полностью проморожены. В толщах верхнего протерозоя, а также и более молодых образованиях на отдельных участках развития слабых дислокаций возможно наличие подмерзлотных пластово-трещинных и карстово-трещинных вод разнообразной минерализации (от пресных до соленых).

В центральной части ГСО широко развиты протерозойские и нижнепалеозойские образования. Условия залегания этих толщ (наличие наряду с линейными складками брахиструктур) позволяют предполагать существование специфических гидрогеологических структур – субмассивов со скоплениями соленых, реже пресных подмерзлотных вод пластово-трещинного типа.

В южной часть Горного Таймыра широко распространены терригенно-карбонатные и терригенные (часто угленосные) толщи верхнего палеозоя и вулканогенные толщи триаса, дислоцированные весьма разнообразно. В этом районе наряду с субмассивами и пластово-трещинными подмерзлотными водами широко развиты адартезианские бассейны с трещинными и пластово-трещинными водами. Подмерзлотные воды в юрских, триасовых и верхнепермских отложениях, по-видимому, в основном солоноватые и реже соленые, в нижележащих толщах преимущественно соленые до слабых рассолов (до 35-70 г/л). Пресные подземные воды в верхних водоносных

горизонтах (до глубин 500-600 м) в основном проморожены. Возможно наличие пресных подмерзлотных вод лишь в триасовых и верхнепермских отложениях.

В пределах платформенной части гидрогеологические условия Хатангского и Тунгусского АБ мало изучены. Подземные воды АБ характеризуются по аналогии с более изученными регионами (Норильский промрайон, поисково-разведочные скважины нефти и газа).

В связи с повсеместным развитием сплошной толщи ММП классификация подземных вод осуществляется по их пространственному взаимоотношению с толщей ММП. Согласно классификации Н.И. Толстихина, в пределах района выделяются:

- надмерзлотные воды,
- воды сквозных таликов,
- подмерзлотные воды.

Класс надмерзлотных вод включает в себя воды сезонноталого слоя (СТС) и воды надмерзлотных (несквозных) таликов. Нижним водоупором этих вод являются ММП.

Надмерзлотные воды сезонноталого слоя распространены повсеместно, однако фильтрационные потоки функционируют лишь в летне-осенний период. Мощность водоносного горизонта определяется мощностью СТС и изменяется от 0,3 м до 4 м. Водовмещающими породами, на большей части территории, служат четвертичные отложения различного генезиса, а на участках, где четвертичный покров отсутствует – трещиноватые коренные породы. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород определяется для четвертичных отложений их литологическим составом и составляет для суглинков и торфа 0,01-0,1 м/сут, для песков – 3-5 м/сут. Для крупнообломочных отложений в зависимости от количественного содержания и состава заполнителя коэффициент фильтрации изменяется в пределах от 10-15 м/сут до 30-40 м/сут и более. Для коренных пород коэффициент фильтрации изменяется в зависимости от их степени выветрелости от 1-3 м/сут до 15-20

м/сут и более. Таким образом, надмерзлотные воды СТС относятся как к поровому, так и к трещинному типу.

Водоносный горизонт функционирует в летне-осенний период, полностью перемерзая зимой, воды безнапорные и приобретают местный криогенный напор лишь в зимний период в ходе промерзания сезонноталого слоя. Фильтрационный поток этих вод направлен в сторону уклона рельефа.

Питание подземных вод СТС осуществляется за счет инфильтрации осадков, вытаивания льда во вмещающих породах, а в горной части – за счет конденсационных вод. Разгрузка происходит в водоемы, водотоки и талики, проявляется в виде нисходящих родников на склонах гор с дебитом от 0,01-0,15 до 3-5 л/с.

Запасы подземных вод сезонноталого слоя невелики в силу невыдержанности в плане водовмещающих пород и незначительной их мощности.

Химический состав вод сезонноталого слоя близок к составу поверхностных вод и атмосферных осадков; это воды пресные, гидрокарбонатные или сульфатно-гидрокарбонатные, среди катионов преобладают ион кальция – от 0,008 до 0,025 г/л, остальные катионы (магний, кальций) содержатся в значительно меньшем количестве. Минерализация вод не превышает 0,1 г/л.

Воды надмерзлотных (несквозных таликов) приурочены к современным и верхнечетвертичным аллювиальным и аллювиально-озерным отложениям. Водоносные горизонты функционируют круглогодично под руслами рек и озерными котловинами. Мощность водоносных горизонтов определяется глубиной надмерзлотных таликов; в зависимости от линейных размеров, глубины водоемов и водотоков, а также литологического состава водовмещающих пород она изменяется от 5-10 м до 20-40 м и более. Воды несквозных таликов – поровые, водовмещающими породами являются крупнообломочные валунно-галечные отложения, пески, супеси. Коэффициент фильтрации их в зависимости от литологического состава изменяется от 0,1

м/сут до 10-15 м/сут, водоносные горизонты надмерзлотных таликов имеют напорно-безнапорный характер. Являясь, как правило, безнапорными, они приобретают местный криогенный напор в зимний период при промерзании сверху краевых частей таликов и под прибрежной мелководной частью озер, либо имеют напор на участках таликов, перекрываемых сверху донными отложениями глин или илов. Величина напора может достигать от первых метров до 15-20 м.

Водообильность надмерзлотных водоносных горизонтов в несквозных таликах варьирует в широких пределах. В долинах рек: Амбарная, Купец, Щучья, Валек, Листвянка дебит родников составляет 0,007-0,6 л/с и не превышает 1 л/с.

Подземные воды получают питание преимущественно за счет поверхностных вод, а в летне-осенний период также за счет инфильтрации атмосферных осадков и вод сезонноталого слоя, с которыми осуществляется гидравлическая связь. В замкнутых подозерных таликах подземные воды характеризуются застойным режимом. В подрусловых таликах фильтрационные потоки направлены по уклону русла, разгрузка вод осуществляется в сквозные талики при впадении рек и ручьев в более крупные водоемы и водотоки.

Химический состав вод надмерзлотных таликов во многом определяется составом поверхностных вод и вод сезонноталого слоя. Эти воды относятся к гидрокарбонатному кальциевому, магниевому или натриевому типам. Воды пресные, их минерализация составляет 0,1-1 г/л.

Воды сквозных таликов приурочены к долинам крупных водотоков и котловинам наиболее крупных озер, а также к зонам отдельных тектонических нарушений. Водоносные горизонты, как правило, имеет двухслойное строение. Верхняя их часть приурочена к четвертичным аллювиальным или аллювиально-озерным отложениям, представленным гравийно-галечной толщей, песками с линзами и прослоями суглинков и глин. Подземные воды нижних частей сквозных таликов приурочены к трещиноватым коренным

породам. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород верхней части сквозных таликов достигает 50-220 м/сут, нижней части – 10-20 м/сут в зависимости от степени выветрелости водовмещающих пород. Воды сквозных таликов относятся, таким образом, к поровому типу в верхней и трещинному типу в нижней части разреза. Водовмещающие породы сквозных таликов наиболее водообильны, что объясняется хорошими фильтрационными свойствами водовмещающих пород и благоприятными условиями питания.

Максимальная водообильность наблюдается в верхних частях разреза, где развиты поровые четвертичные воды. Водоносный горизонт выветрелых коренных пород имеет схожие гидродинамические параметры. В том случае, когда коренные породы не затронуты выветриванием, они служат нижним водоупором для водоносного комплекса сквозных таликов.

Питание вод сквозных таликов осуществляется за счет поверхностных вод, вод сезонноталого слоя и надмерзлотных таликов, а также за счет разгрузки подмерзлотных вод в зонах тектонических нарушений и зонах трещиноватости в кровле коренных пород. В краевых частях сквозных таликов, где в зимний период происходит сезонное промерзание пород, а также при наличии линз и прослоев глин или суглинков в толще и кровле проницаемых отложений, подземные воды сквозных таликов приобретают местный напор величиной от первых метров до 50-70 м (Ергалахское месторождение подземных вод). Наибольшая водообильность сквозных таликов приурочена к верхней их части, где водовмещающими породами служат четвертичные валунно-галечные отложения. В случае если подстилающие коренные породы слабыветрелые или не затронуты выветриванием, они являются нижним водоупором.

Химический состав подземных вод сквозных таликов определяется условиями их питания – составом поверхностных и подмерзлотных вод. Это воды гидрокарбонатно-сульфатные, смешанного катионного состава (преобладают ионы кальция и магния), пресные с минерализацией менее 1 г/л.

Водоносные горизонты сквозных таликов в бассейне р. Пясины являются основным потенциальным источником для хозяйственно-питьевого водоснабжения в силу их высокой водообильности и хорошего качества подземных вод.

В юго-западной части территории, где сосредоточены 95% населения и практически вся промышленность, разведаны шесть месторождений пресных подземных вод, три из которых эксплуатируются.

Подмерзлотные воды распространены повсеместно; залегают ниже подошвы мерзлоты, служащей для них верхним водоупором, характеризуются повсеместным распространением, единством условий питания, фильтрации и разгрузки. Они приурочены к различным породам и поэтому имеют отличный химический состав и минерализацию. В зависимости от литологии вмещающих пород, подмерзлотные воды имеют поровый, трещинный либо пластовый тип. Глубина залегания и величина напора, а эти воды практически повсеместно напорные, зависит от мощности мерзлоты и изменяется от первых до 200-300 и более метров. Нижним водоупором для подмерзлотных вод служат незатронутые выветриванием коренные породы, в случае меловых отложений – водоупорные глины. Мощность подмерзлотных водоносных комплексов, как правило, не превышает 200-400 м, ниже по разрезу подземные воды практически отсутствуют. Исключением являются локальные зоны трещиноватости, где аккумулируются высокоминерализованные соленые воды и рассолы. Водообильность водоносных комплексов варьируют в широких пределах. Наиболее водообильны зоны тектонических нарушений и зоны сильно выветрелых коренных пород.

Области питания подмерзлотных вод приурочены в основном к горным областям, где имеются глубокие эрозионные речные долины. Питание инфильтрационное, происходит в летний период через сквозные талики, а также в местах пересечения речных долин с крупными тектоническими нарушениями. В равнинной области питание через сквозные талики осуществляется при режиме нисходящей фильтрации. Разгрузка

подмерзлотных вод происходит в подножиях гор в виде восходящих родников и в сквозные талики при условии восходящей фильтрации, что приводит к формированию наледей и незамерзающих полыней.

Фильтрационный поток подмерзлотных вод направлен от горных областей к равнинным, градиент уклона пьезометрической поверхности составляет 0,001-0,02.

Подмерзлотные воды распространены повсеместно. По составу водовмещающих пород этот класс подземных вод включает в себя поровые воды четвертичных отложений и трещинные воды коренных пород.

Подмерзлотные воды четвертичных отложений в бассейне р. Пясины распространены ограниченно. Площадное распространение водовмещающих пород и их мощность здесь определяются мощностью ММП и литологическим составом талых четвертичных отложений. На отдельных участках эти отложения либо полностью проморожены, либо представлены непроницаемыми глинами. Мощность обводненных четвертичных отложений по данным бурения картировочных гидрогеологических скважин изменяется от 0,5 до 25,2 м.

Водовмещающими породами являются аллювиально-озерные, водно-ледниковые и ледниковые четвертичные отложения, представленные галечниками с песчано-глинистым заполнителем, песками, супесями и суглинками. Водопроницаемость четвертичных отложений весьма различна и связана, в основном, с их литологическим составом. Коэффициент фильтрации их изменяется от 0,01 до 15-50 м/сут. Воды напорные, величина напора определяется мощностями глинистого водоупора, а также мощностью ММП и изменяется от 5 до 70 метров.

По химическому составу подмерзлотные воды четвертичных отложений относятся к гидрокарбонатному и сульфатному типам. Их химический состав во многом определяется составом подземных вод нижележащего водоносного комплекса коренных пород. Гидрокарбонатные кальциевые и натриевые воды с минерализацией до 0,5 г/дм³ распространены вдоль подножья плато Хараелах и

Норильского. Площадь их распространения в целом совпадает с площадью распространения эффузивно-терригенных пород. Сульфатные кальциевые и сульфатные натриево-кальциевые воды приурочены к площади распространения карбонатно-галогенных отложений в осевой части Норильско-Рыбнинской долины, минерализация их составляет 0,6-3,5 г/дм³.

Трещинные подмерзлотные воды коренных пород представляют собой единый по условиям питания, фильтрации и разгрузки водоносный комплекс, поскольку взаимопересекающиеся трещины и разломы связывают эти воды в общую гидравлическую систему. Характерной особенностью водовмещающих коренных пород является резкая неравномерность распределения по площади и в разрезе их водопроницаемости и водообильности. Фильтрационные свойства коренных пород определяются, степенью их трещиноватости, выветрелости, кавернозности, литологией водовмещающих пород, определяющей характер трещиноватости и степень заполнения трещин и пустот вторичным материалом, а также мощностью ММП (на большей части территории Норильского промышленного района наиболее водопроницаемая сильновыветрелая зона коренных пород заморожена в силу незначительной мощности перекрывающих ее четвертичных отложений).

В целом, мощность подмерзлотного водоносного комплекса не превышает 300-500 м, ниже по разрезу подземные воды практически отсутствуют. Это подтверждено бурением многочисленных скважин и, особенно, проходкой горных выработок на медно-никелевых месторождениях Норильска и Талнаха.

Подмерзлотные воды коренных пород напорны; глубина их залегания и величина напора определяются мощностью толщи ММП, являющейся верхним водоупором. Величина напора также зависит от расстояния до областей питания и разгрузки; она изменяется от первых метров до 200-300 метров.

Питание подмерзлотных вод коренных пород осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных вод и вод вышележащих водоносных горизонтов. Области питания в горной части района, приурочены к

участкам развития сквозных таликов в глубоко врезаемых эрозионных долинах рек, а также к участкам пересечения этих долин крупными тектоническими нарушениями. В равнинной части района питание подмерзлотных вод коренных пород осуществляется через сквозные талики на участках, где их пьезометрический уровень ниже уреза реки или озера.

Движение подмерзлотных вод в Норильском промышленном районе осуществляется двумя встречными потоками, направленными от горной части в Норильско-Рыбнинскую долину и далее вдоль нее в северо-западном направлении. Уклон пьезометрической поверхности составляет 0,01-0,03 в горной и 0,001-0,002 – в равнинной части района. Пьезометрические уровни подземных вод зафиксированы на глубинах 30-150 м, а в долине – у дневной поверхности и выше (напор над дневной поверхностью в картировочных скважинах составил 0,1-28,5 м). Скорость потока подземных вод достигает 1-2 м/сут. Разгрузка подмерзлотных вод коренных пород происходит у подножий гор в виде восходящих родников, а в долине – через сквозные талики.

По солевому составу и минерализации подземные воды территории разделяются:

- гидрокарбонатно-натриевые или гидрокарбонатно-кальциевые, с минерализацией около 1 г/л (пресные и солоноватые);
- сульфатно-кальциевые, с минерализацией 1-35 г/л (соленые);
- хлоридно-натриевые, с минерализацией от 2 и свыше 35 г/л (соленые и рассолы).

В распространении подземных вод наблюдаются следующие характерные особенности. Пресные подземные воды приурочены к породам различного состава и возраста и распространены преимущественно в горной местности. В пределах низменности их минерализация возрастает до солоноватых. Хотя и здесь воды нередко пресные, что связано с обилием местных очагов питания (талики под днищами озер и руслами рек). Воды имеют пестрый ионный состав. Из катионов преобладает кальций и натрий, из анионов-

гидрокарбонаты и сульфаты. Отмечается малая концентрация хлор-иона (до 20 мг/л). Эти воды залегают, как правило, до глубины 100 м.

В пределах низменных участков территории, в интервалах глубин 30-400 м распространены соленые сульфатные кальциевые воды. Они приурочены к породам, обогащенным гипсом и ангидритом (девонские, верхнесилурийские, ордовикские). Характерная минерализация 1,2-6,5 г/л. С глубиной минерализация увеличивается, возрастает содержание хлор-иона и воды приобретают хлоридный натриевый состав. Причем, чем более закрытая система (нет связи с опресненными водами), тем более хлорированные воды, тем выше минерализация (по отдельным скважинам и восходящим источникам до 130-260 г/л).

Хлоридные соленые воды и рассолы встречаются повсеместно на различных глубинах и в различных горизонтах стратиграфического разреза, что затрудняет суждение об источниках хлоридной минерализации. Исключение составляют воды девонских отложений мантуровской и каларгонской свит, где встречены отложения соли (галита).

1.4 Почвы

Почвы в пределах изучаемой территории столько же разнообразны, как и условия их образования. На почвообразовательный процесс почв, как и на эволюцию растительного покрова, большое влияние оказывают многие факторы, в том числе континентальность климата, экспозиция склонов гор и их крутизна, наличие многолетнемерзлотных грунтов и многое другое.

Крайний север Таймырского полуострова расположен в арктической зоне. Здесь выделяется Северо-Таймырская провинция и горная провинция Бырранга.

Здесь распространены почвообразующие породы ледникового происхождения. Под травяно-моховой и кустарниково-моховой растительностью сформировались полигональные, арктически дерновые и арктические глеевые почвы. Большое влияние на почвообразовательные

процессы оказывает наличие многолетнемерзлого грунта, который является практически водонепроницаемым. Здесь встречаются также арктические глеево-дерновые, дерновые карбонатные и дерновые аллювиально-гумусовые почвы. Наиболее затруднен процесс почвообразования в горной провинции Бырранга, где распространены горные арктические фрагментарные (скелетные) почвы, характеризующиеся различными стадиями развития. Они располагаются по крутым склонам гор и подвергаются активным процессам физического выветривания.

В понижениях, где велико поверхностное увлажнение и на зиму образуется мощный снежный покров, развиты торфяные почвы. Среди каменистых россыпей, в сочетании с горными арктическими почвами, встречаются арктические дерновые и арктические полигональные почвы. Субарктическая зона тундровых почв делится на Западно-Сибирскую и Северно-Сибирскую провинции.

Почвы Западно-Сибирской провинции развиваются преимущественно на легких по механическому составу почвообразующих породах морского и ледникового происхождения, под мохово-лишайниковой и кустарниковой растительностью.

В Северо-Сибирской провинции преобладают почвообразующие породы – суглинистые и глинистые, морского и ледникового происхождения.

В Северной части зоны в пределах обеих провинций распространены болотные, перегнойно-глеевые, торфяно-глеевые почвы, а в южной ее части – глеево-подзолистые. В долинах рек развиты пойменные дерновые почвы.

1.4 Промерзание и оттаивание грунта

Промерзание грунта происходит за счет отдачи тепла с поверхности грунта в виде длинноволновой радиации. В районе мыса Челюскин количественная характеристика последней равна $10,8 \text{ ккал/см}^2$, в окрестностях Диксона – около 9 ккал/см^2 . При избыточном увлажнении в условиях

многолетней мерзлоты на протаивание грунта расходуется около 45 кал/см². Промерзание грунта на мысе Челюскин и в районе Диксона за год может происходить на глубину примерно 240 см, а за лето протаивает слой толщиной около 100 см.

Глубина сезонного промерзания грунта может довольно резко меняться в зависимости от экспозиции склона, залесенности, увлажненности грунта.

Промерзание грунта на крайнем севере начинается в сентябре, в степных районах – в конце октября – начале ноября. В течение зимы промерзание грунта происходит на глубину 150-300 см.

1.5 Климатическая характеристика

Климат территории бассейна формируется при значительной удаленности от теплых морей и воздействием Северного Ледовитого океана. В целом, это субарктический или умеренный резко-континентальный климат, некоторое смягчение которого прослеживается только в северной части по побережьям морей. Погода с сильными морозами, обилием безветренных дней и небольшим количеством осадков способствует значительному промерзанию грунтов.

Летом преобладает пониженное давление, температуры воздуха достигают наибольших величин для этих широт: даже севернее 70°с.ш. местами средняя температура июля плюс 3,3°С.

Термический режим территории достаточно суровый: годовая температура воздуха изменяется от минус 13,8 до минус 13,9°С (таблица 1.3).

Соответственно, в северной части бассейна продолжительность теплого периода очень короткая – всего 2 месяца, весна и осень холодные и, только, в июле, августе среднемесячная температура воздуха при максимальной продолжительности светлого времени суток поднимается от минус 0,1 до плюс 3,3 °С (рисунок 1.3).

Важнейшим следствием сурового термического режима является почти повсеместное распространение многолетней мерзлоты.

В годовом ходе и распределении осадков имеются свои особенности (таблица 1.4). На большей части территории месячные суммы осадков в течение зимы меняются незначительно. Наименьшее количество осадков выпадает в апреле-мае. Максимум осадков на большей части территории приходится на август (рисунок 1.4).

В месяцы максимума осадков (август) их количество колеблется по территории в низких пределах, достигая 23,9-27,5 мм.

Изменчивость месячных сумм осадков из года в год велика, особенно в теплый период, в зависимости от особенностей атмосферной циркуляции. Дополнительной характеристикой средних месячных осадков при этом являются суммы осадков различной вероятности или обеспеченности, которые в пределах рассматриваемой территории колеблются в незначительных пределах.

Таблица 1.1 – Месячные и годовые количества осадков (мм) разной обеспеченности

Р, %	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Визе												
50	10,8	10,8	10	7,6	9,8	11	15,6	20,7	21	23	13,5	15,2
75	18	15,6	16	13,5	16,2	15,2	29,6	24,6	32	27,3	19	20
95	23,5	24	28,3	26,2	20	38,1	56,1	48	43,5	49,3	32,2	32
Стерлигова												
50	15,9	16	16,6	10,6	9,3	16,7	22,4	23	21,5	20,4	14,2	18,5
75	29	31,2	26,5	21,4	15,5	23,8	36,2	44,3	30,2	25,5	22,6	29,4
95	71,3	56,7	44,5	35,5	29,4	60,9	68,3	66,9	48,2	48,8	43,4	72,1

Снежный покров на рассматриваемой территории появляется в период с конца августа до конца октября. Ранее всего – в конце августа – он появляется на побережье морей Карского и Лаптевых, на вершинах Бырранга и Путорана.

Даты выпадения первого снега, как правило, близки к осенней дате перехода средней суточной температуры воздуха через 0°С.

Параметры метеостанций на территории бассейна р. Пясины по данным сайта <http://www.meteo.ru/> (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Параметки метеостанций

№ п/п	Наименование станции	Координаты станции		Высота метеоплощадки	Начало наблюдений
		широта	долгота		
1	Стерлегова	75° 25'	88° 54'	10	1940
2	Визе	79° 30'	76° 59'	10	1945

Таблица 1.3—Средняя месячная и годовая температура воздуха (°C)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Стерлегова	-28,6	-29	-27,1	-20,3	-9,7	-0,4	3,3	3,1	-0,5	-10,9	-21,3	-25,6	-13,9
Визе	-26,0	-26,2	-25,8	-20,1	-9,8	-1,7	0,5	-0,1	-3,0	-11,2	-19,2	-23,0	-13,8

Таблица 1.4 – Средние месячные и годовые количества осадков (мм)

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Визе	12,9	11,6	12,3	10,1	11,5	13,5	20,6	23,9	22,4	23,6	14,6	15,9	192
Стерлегова	22,4	21,3	17,4	13,5	11	18,8	25,8	27,5	24	20,4	16,1	22,6	231

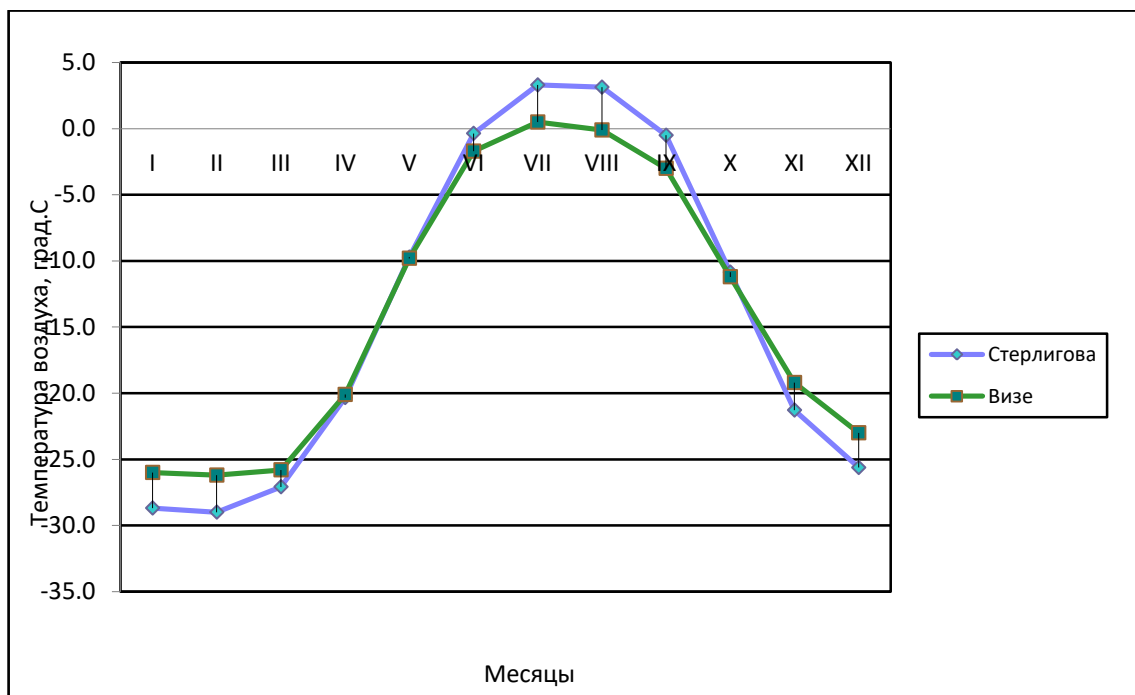


Рисунок 1.3 – Распределение среднемесячной температуры воздуха в течение года (годовой ход температуры)

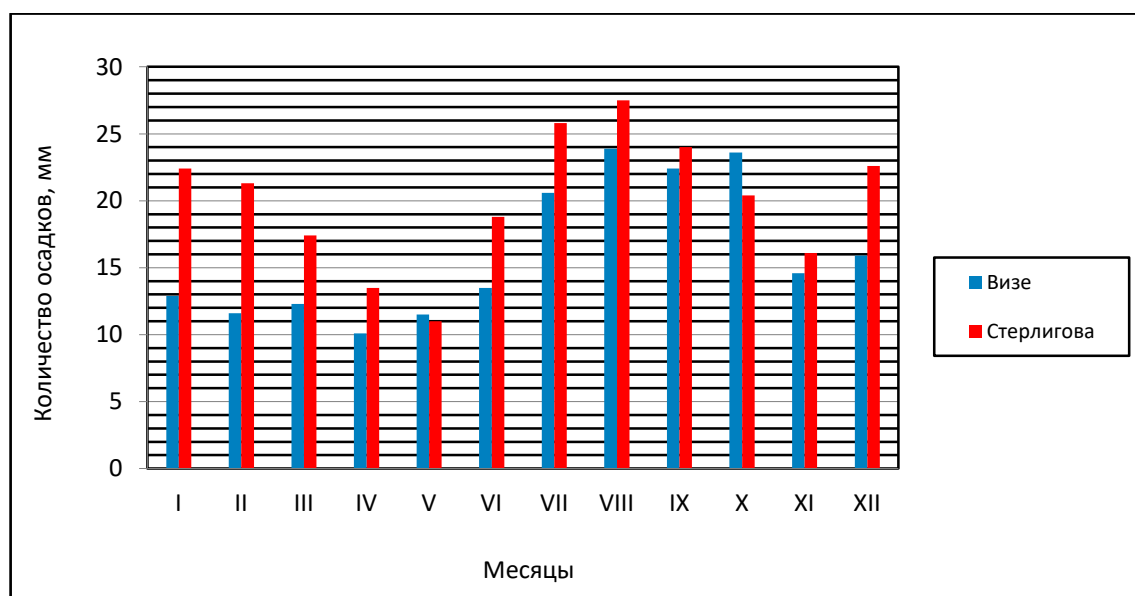


Рисунок 1.4 – Годовой ход количества осадков

Через 1-2 недели, местами только через 20-25 дней, формируется устойчивый снежный покров: в середине-конце сентября на побережье моря, во второй-третьей декаде октября – в таежной зоне.

Со времени образования устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается, особенно быстро в первый период зимы – в октябре-ноябре, который характеризуется наибольшей циклоничностью, повторяемостью снегопадов во время прохождения фронтов. В декабре-январе прирост высоты снежного покрова замедляется вследствие преобладания антициклональной погоды и в феврале-марте перед началом таяния отмечается некоторый прирост высоты снежного покрова при увеличении количества циклонов, проходящих по территории бассейна.

Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова по территории распределяется очень пестро. На побережье Карского моря средняя, из наибольших декадных высот снежного покрова, составляет 50-65 см. В пределах Северо-Сибирской низменности высота снежного покрова изменяется с запада на восток от 55-65 до 40-50 см.

Разрушение устойчивого снежного покрова протекает в более сжатые сроки, чем его образование: на побережье моря – в конце июня. Обычно через неделю-две отмечается окончательный сход снега. Сжатые сроки разрушения снежного покрова определяют значительный поверхностный сток по промерзшей поверхности почвогрунтов.

В горах число дней со снежным покровом увеличивается на 4-5 дней на каждые 100 м высоты. Число дней со снежным покровом изменяется с увеличением с юга на север, на Северо-Сибирской низменности – 250-270, на побережье моря – 290-300 дней.

Запасы воды в снежном покрове составляют на западе Северо-Сибирской низменности – 140-170 мм; на побережье Карского моря – 150-160 мм.

Глава 2 Характеристика бассейна реки Пясины

2.1 Водные объекты речного бассейна. Перечень и основные параметры

В государственном водном реестре (ГВР) в бассейне р. Пясины зарегистрировано 2 136 водотоков и 1 043 водоема.

В результате идентификации в конечное число водных объектов бассейна р. Пясины включено: 27 водотоков, 41 водоем. Суммарная протяженность водотоков гидрографической системы Пясины, включенных в конечное число водных объектов, составляет 4 350,0 км, в том числе, р. Пясины – 818,0 км.

Естественные водные объекты представлены водотоками и водоемами с не зарегулированным водным режимом.

В конечное число естественных водотоков включено 26 рек суммарной протяженностью 4 309 км (Таблица 2.1).

В конечное число естественных водоемов включено 38 озер с ненарушенным водным режимом. В конечное число искусственных водных объектов включено 3 водоема, на территории городского округа Норильск: Хараелахское водохранилище, водохранилища на базе озера Барьерное и озера Подкаменное.

Существенно модифицированными являются р. Щучья и участок р. Хараелах, ниже Хараелахского водохранилища. Река Щучья, ее притоки Новая Наледная и Купец в результате многолетнего антропогенного воздействия утратили свою рыбохозяйственную значимость и в настоящее время используются как объекты отведения сточных вод промышленных предприятий г. Норильск.

В результате строительства Хараелахского водохранилища водный режим реки, ниже плотины на участке протяженностью 13 км, зарегулирован, следовательно, модифицирован.

Таблица 2.1 - Перечень естественных водотоков

№ п/п	Название водного объекта	Длина водотока, км	Водосборная площадь, км ²
1	2	3	4
1	Агапа	396	26 000
2	Амбарная	60	428
3	Быстрая (Янтодода)	189	7 460
4	Валек	69	420
5	Гремяка	56	829
6	Далдыкан	29	98,4
7	Дудыпта	687	33 100
8	Ергалах	54	248
9	Имангда	49	220
10	Ленивая	279	8 280
11	Листвянка	28	91
12	Макус (Комюстак)	50	504
13	Мокулай	13	52
14	Моргель (Макус)	29	109
15	Норильская (Норилка, Талая)	57	20 000
16	Пура	348	28 300
17	Пяси́на	818	182 000
18	руч. Шумный	18	115
19	Рыбная	138	6 600
20	Талнах	31	81
21	Тарей	309	9 400
22	Томулах	11	43
23	Хараслах (Еловая)	32	266
24	Худенькая (Макус-Комюстах)	14	27
25	Янгода	288	10 100
26	Янгода (Джангода)	257	6 610

2.2 Гидрологическая характеристика речного бассейна

2.2.1 Гидрологическая характеристика

Модуль годового стока рек Норильского района составляет 20-35 л/(с·км²). Ориентировочная величина модуля стока р. Пясины в устьевой части (по данным В.С. Антонова) равна 13 л/(с·км²).

Гидрологический режим озер в бассейне р. Пясины изучен слабо, питание их более чем на 50% обеспечивается снеговыми талыми водами. Годовой ход уровня крупных озер характеризуется весенним подъемом в последней декаде мая. Продолжительность его нарастания составляет около 2-х месяцев. Высота подъема колеблется от 2,5 м до 4 м. Средние и характерные расходы воды представлены в Таблице 2.1.

Таблица 2.1 Средние и характерные расходы воды

№	Река	Водомерный пост	Средние расходы воды, м³/с												Год
п/п			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Норилка	пос. Валек, в 2,3 км ниже устья р. Валек	104	74,9	57,1	50	89,8	980	1610	962	636	426	231	160	448
2	Рыбная	29 км от устья (ниже устья р. Гремяка)	35,5	29,6	25,2	24	53,4	400	305	193	165	121	63,7	47,5	122
3	Ергалах	33 км от устья	0,09	0,087	0,066	0,056	0,29	8,217	2,68	0,78	1,16	0,21	0,088	0,068	1,15
4	Талнах	21,1 км от устья	0,11	0,09	0,072	0,063	0,087	5,64	5,64	1,88	1,64	0,45	0,19	0,13	1,32

2.2.2 Гидрохимическая характеристика

Согласно классификации вод О.А. Алекина большинство водотоков и водоемов бассейна р. Пясины относятся к гидрокарбонатному классу с преобладанием в ионном составе группы вод катионов кальция и анионов гидрокарбоната (II-ой тип) с малыми величинами общей минерализации 100 - 150 мг/л. При этом общая минерализация речных вод уменьшается до 50 мг/л и менее в многоводные годы и в гидрологические периоды максимальных расходов.

Особенности химического состава поверхностных вод связаны с тремя факторами: мерзлотным криогенезом, геохимическим составом подстилающей поверхности и антропогенными источниками (горнодобывающая промышленность, транспортировка руд, угля и нефтепродуктов). Мощность многолетнемерзлых пород в бассейне р. Пясины изменяется от более 500 м (нижняя Пясины) до менее 500 м (верхняя Пясины). Указанные мерзлотные системы отличает активность «пленочных вод» в зимний период года вследствие концентрационного температурного градиента, вызывающего восходящую миграцию химических веществ (минеральных веществ, железа, меди, никеля, алюминия, цинка, халькофильных элементов) из подстилающей поверхности в русловую сеть. При замерзании подземных вод и образовании льда происходит метаморфизация вод, так как лед очень слабо минерализован. Незамерзающая вода минерализуется, из пресных вод осаждаются CaCO_3 , а из соленых – сульфаты Ca и Na. В активный обмен, таким образом, вовлекаются рудные тела гор Бырранга, угольные пласты, нефть и газогидраты Северо-Сибирской низменности и сульфидные руды горных систем (плато Путорана). Следует отметить геохимическую обособленность берегового шельфа (Пясинский залив). В шельфовой области пресные воды речных систем взаимодействуют с массой морских океанических вод, и отмечается значительное увеличение (в пределах одного порядка) величины общей минерализации. [1]

Значительным загрязнителем выступает «ГМК «Норильский никель», оказывающий наиболее значимое влияние на речную систему Пясины.

По данным 2003 года, концентрации нефтепродуктов в речных водах системы Пясины не превышали 0,11 мг/л, по исследованиям 2002 года они изменялись в пределах 0,03-0,20 мг/л. Озера системы Пясины в 2003 году испытывали большую, чем в 2002 году нагрузку по нефтепродуктам. Так, в оз. Лама отмечено повышение среднегодовой концентрации нефтепродуктов с 0,30 (2002 год) до 0,52 мг/л (10,4 ПДК_{рх}). В озере Пясино содержание нефтепродуктов в 2003 году осталось на уровне 2002 г. и составило 0,07 – 0,19 мг/л.

Незначительное снижение среднегодовых концентраций аммонийного азота отмечено в озерных водах с 0,58 мг/л до 0,14 мг/л.

Противоположная ситуация увеличения загрязнения воды озер ионами металлов наблюдалась в 2003 году, например, по меди до 0,009-0,013 мг/л (в 2002г. 0,004-0,007 мг/л). Увеличение концентрации ионов меди в реках Норилка и Амбарная до 0,006-0,009 мг/л в 2003 г. в сравнении с 2002 годом (0,003-0,005 мг/л). Некоторое снижение среднегодовой концентрации ионов меди отмечено в водах р. Щучья с 0,031 мг/л (31 ПДК) до 0,024 мг/л (24 ПДК). В 2,8 раза сократилась среднегодовая концентрация ионов никеля в р. Щучья с 0,085 (2002 год) до 0,030 мг/л (2003 год). Здесь же отмечена в 2003 году максимальная концентрация ионов никеля – 0,086 мг/л. В воде других водотоков загрязнение ионами никеля осталось практически на уровне 2002 года.

В 14 км от устья р. Щучья 7 июля 2003 года зафиксирован случай экстремально высокого загрязнения щелочными стоками, величина водородного показателя зафиксирована на уровне 9,87. Экстремально высокое загрязнение воды реки Щучья связано со сбросами неочищенных щелочных сточных вод с предприятий Норильского ГМК.

2.3 Характеристика гидрологической и гидрогеологической изученности речного бассейна

В бассейне р. Пясины водный режим рек в разное время изучался на 54 водомерных постах. Почти половина из них расположена на малых реках с бассейнами размером первых десятков квадратных километров. Большинство постов организовано в период начала развития Норильского промышленного района в 1940-1960-х годах, длительность их работы от 1-3 до 10 лет. Наблюдения за стоком производились на 16 реках и ручьях. Продолжительность наблюдений (3-7 лет) недостаточна для надежного определения нормы стока. Тогда же на озерах было открыто 15 постов.

В настоящее время действует 6 речных водомерных постов, в том числе, 4 – на крупных реках (Пясины, Норильская). Сток Пясины практически не изучен: в 1946 и 1947 годах измерялись расходы воды на выходе из озера Пясино, в летний период 1936 и 1937 гг. – в нижнем течении, на участке ниже устья р. Пура. Наиболее изучен стоковый режим р. Норилка в её среднем течении у пос. Валек.

На рисунке 2.1 представлен перечень водомерных постов и сведения о гидрологической изученности территории. [1]

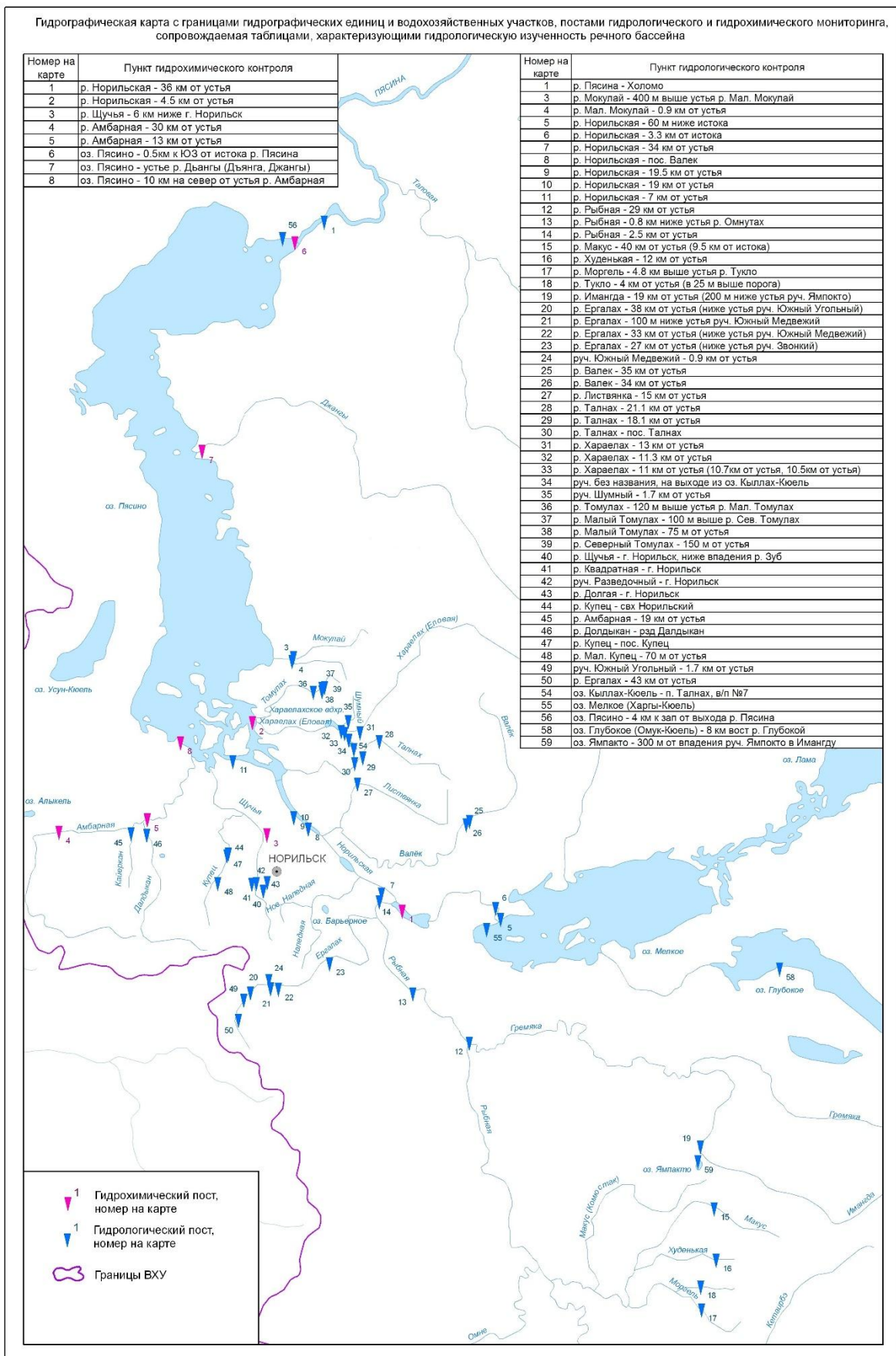


Рисунок 2.1 - Перечень водомерных постов

Гидрогеологические исследования бассейна р. Пясины в Норильском промышленном районе проводились в значительном объеме как непосредственно на месторождениях подземных вод, так и на других объектах Норильского комбината в связи с решением гидрогеологических задач различного уровня (захоронение промстоков, прогноз и ликвидация водопритоков в горные выработки, изучение загрязнения подземных вод и т.д.). На ранних стадиях изучения гидрогеологических условий эти работы выполнялись преимущественно в связи с поисками и разведкой месторождений полезных ископаемых.

Помимо гидрогеологических работ, проводимых в связи с поисками и разведкой месторождений твердых полезных ископаемых, осуществлялись работы по поискам и разведке месторождений подземных вод.

Глава 3 Способы использования водных объектов в речном бассейне

3.1 Характеристика и способы и спользования водных объектов в речном бассейне

В бассейне р. Пясины поверхностные и подземные водные объекты используются для забора и сброса воды. В целом используется 91,4% забранных природных вод (рисунок 3.1).

После использования 74,2% объема воды отводится в водные объекты. Безвозвратное водопотребление составляет 26% от водозабора. Согласно форме статистической отчетности 2-ТП (водхоз), объем забираемой воды составляет примерно четвертую часть от объема воды, находящегося в обороте. 98% оборотных вод приходится на долю ОАО «ГМК «Норильский никель». Повторное использование вод составляет 15% (рисунок 3.1).

В бассейне р. Пясины основная часть воды (92%) забирается из поверхностных водных объектов. В поверхностные водные объекты бассейна р. Пясины отводится 100% сточных вод (рисунок 3.3).

Забор природных вод, за последние 10 лет в целом по бассейну р. Пясины, изменяется в пределах 194 – 281 млн. м³/год. За рассматриваемый период времени наблюдается постепенное сокращение заборов воды на территории бассейна (рисунок 3.1).

Как и в случае водозабора, за период 2001-2010 гг., наметилась устойчивая тенденция сокращения объемов водоотведения в водные объекты. Однако в 2004-2005 годах произошло резкое увеличение водоотведения в водные объекты в границах бассейна р. Пясины. В дальнейшем сохраняется тенденция к сокращению объёмов водоотведения (рисунок 3.2). [1]

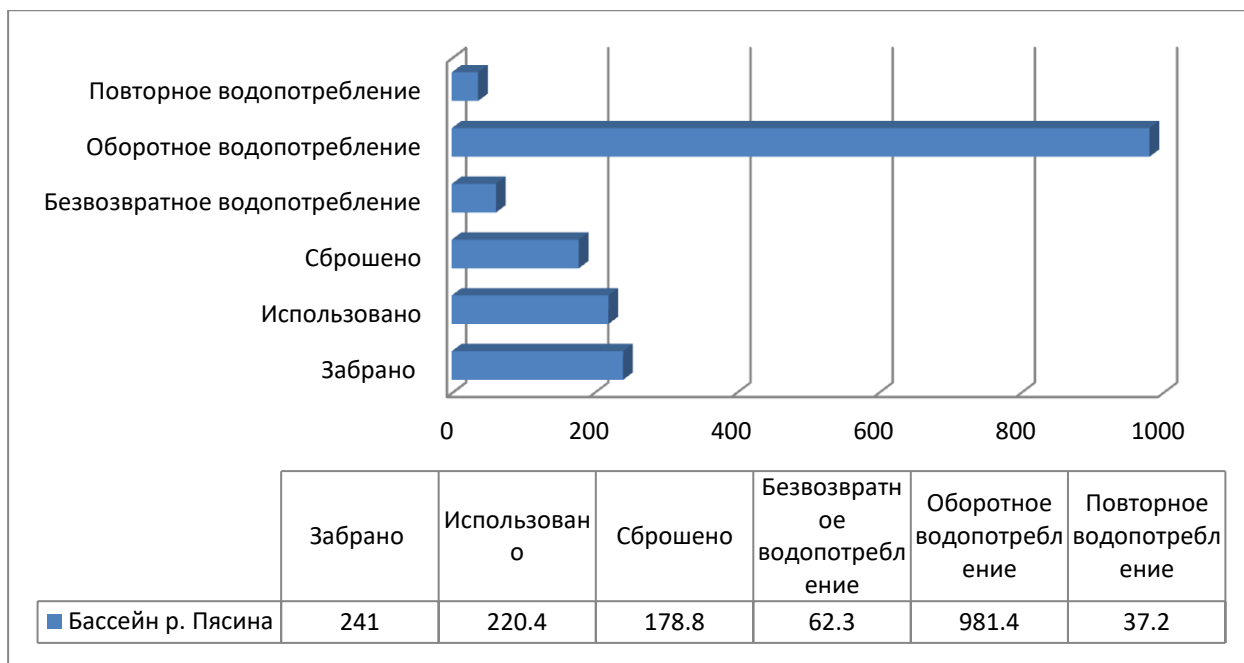


Рисунок 3.1 – Способы использования водных объектов в бассейне р. Пясины, млн. м³ (усредненные данные за период 2001-2010 гг.)

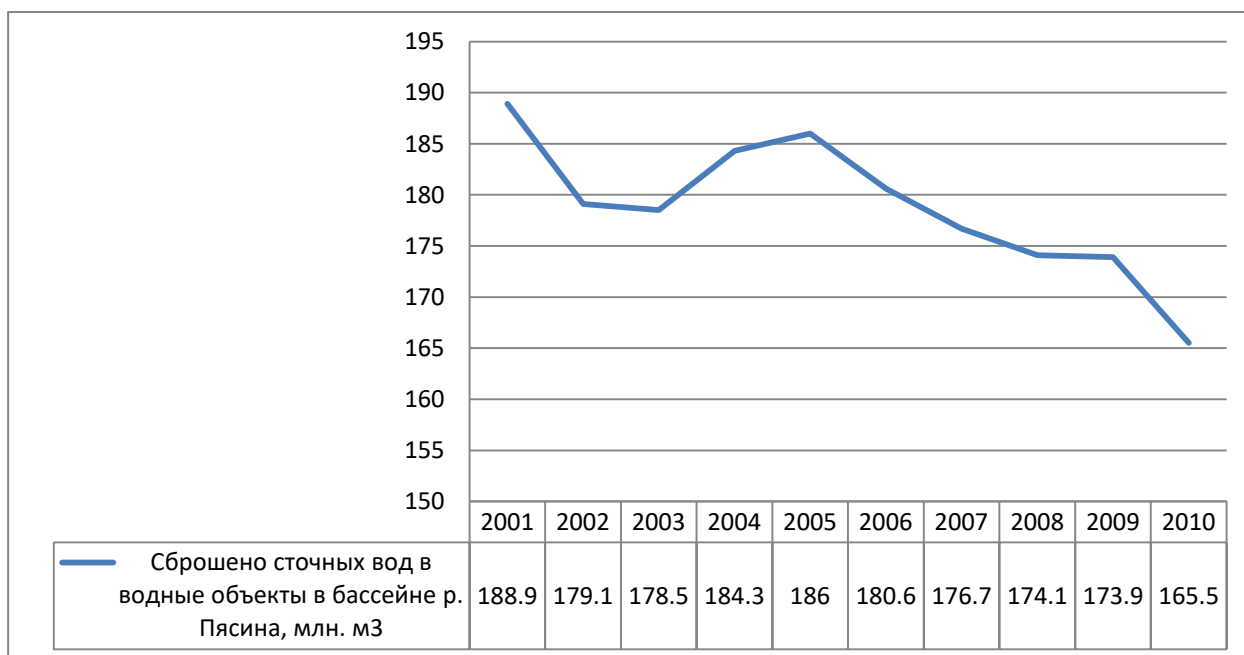


Рисунок 3.2 – Динамика сбросов сточных вод в водные объекты бассейна р. Пясины, млн. м³

Способы использования водных объектов в промышленностина бассейне р. Пясины поверхностные и подземные водные объекты

используются в основном для забора и отведения вод в промышленности. Промышленный забор воды составляет 56% всех забираемых природных вод в бассейне (рисунок 3.4).

Объем отведения в водные объекты промышленных стоков от общего объема сточных вод в бассейне р. Пясина составляет 59%, при этом все сточные воды сбрасываются в поверхностные водные объекты (рисунок 3.5).

В течение последних 10 лет наметилась тенденция постепенного сокращения использования и сброса вод в водные объекты на территории бассейна р. Пясина (рисунок 3.6).

Доля подземных вод в общем объеме использования природных вод промышленностью составляет 11,6%.

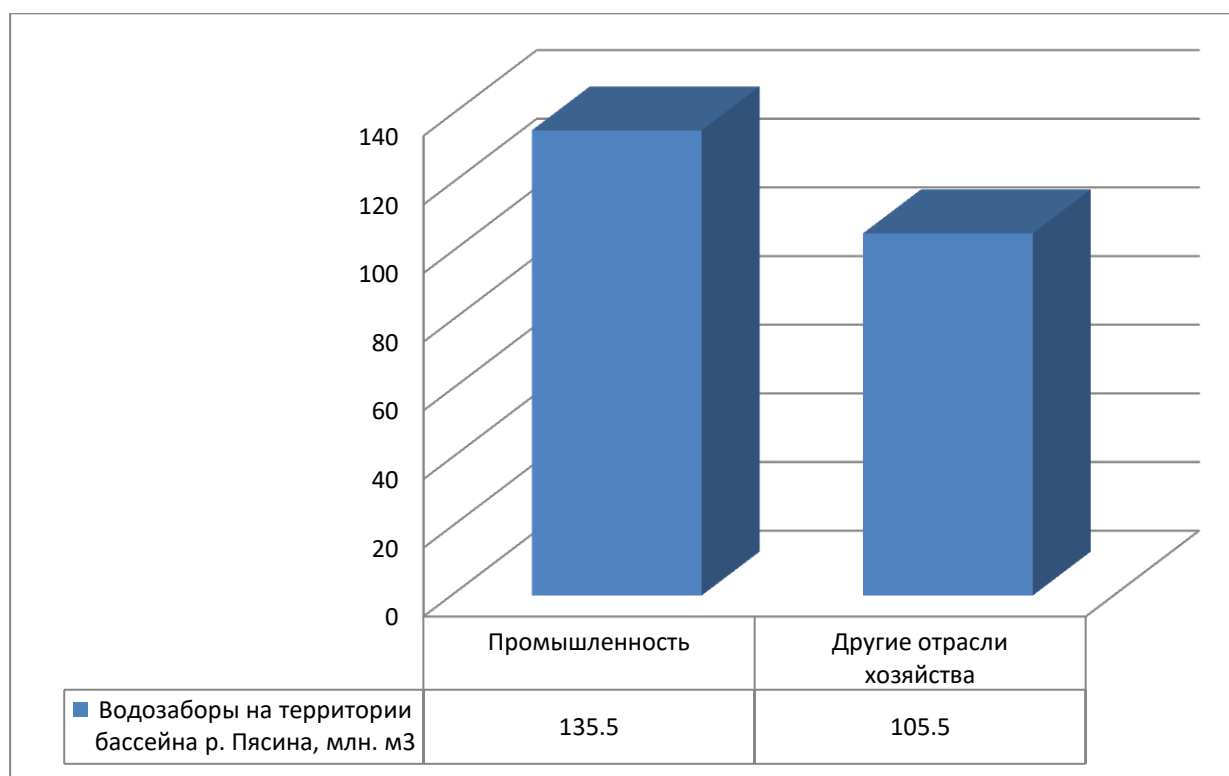


Рисунок 3.4 – Забор природной воды из водных объектов в промышленности, млн. м³ (усредненные данные за период 2001-2010 гг.)

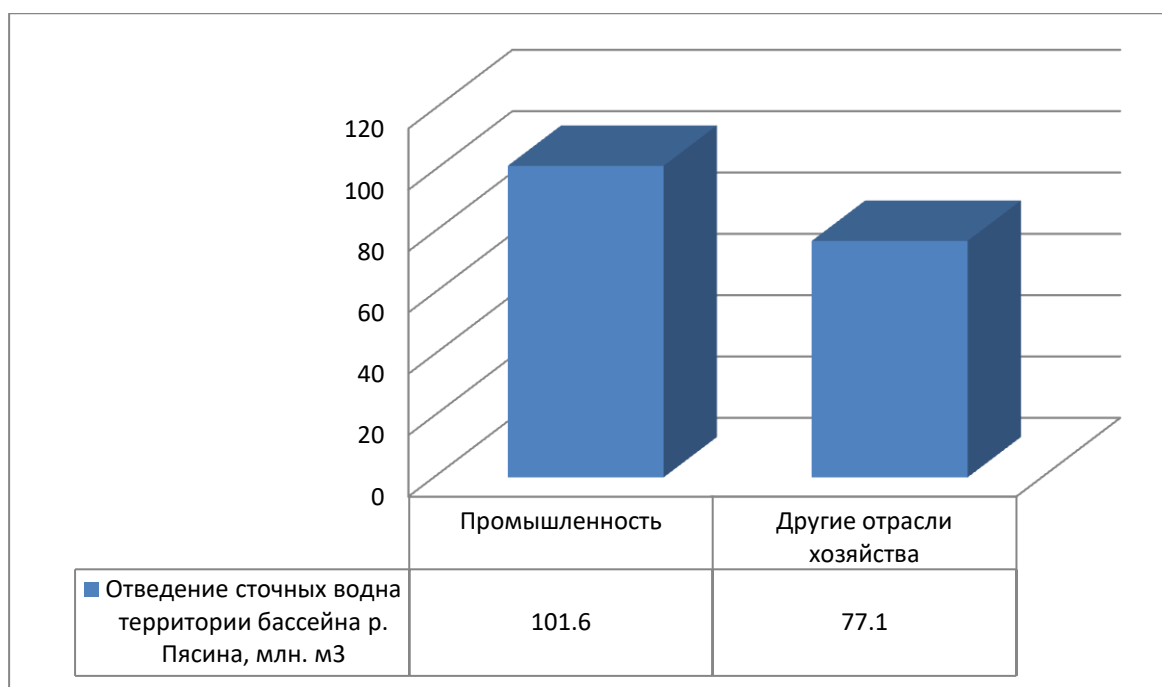


Рисунок 3.5 – Отведение сточных вод в водные объекты в промышленности, млн. м³ (усредненные данные за период 2001-2010 гг.)

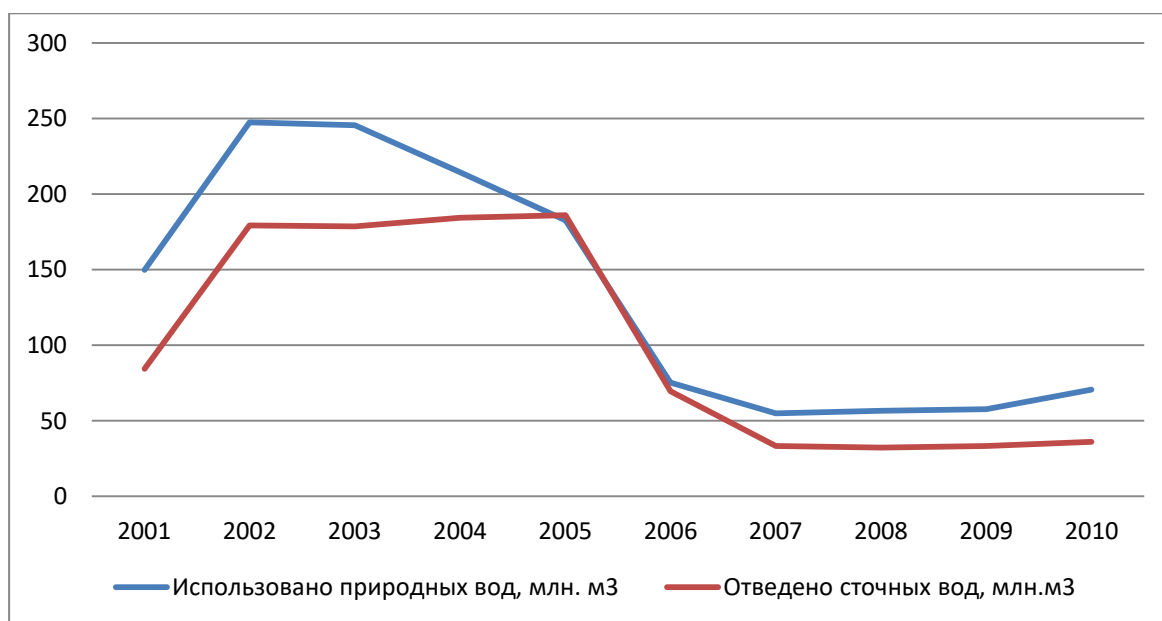


Рисунок 3.6 – Динамика использования и отведения природной воды в водные объекты промышленностью на территории бассейна р. Пясины, млн.м³

Таким образом, промышленность является основным потребителем природных вод, забираемых из поверхностных и подземных водных объектов бассейна р. Пясины.

Использование подземных вод промышленностью бассейна р. Пясины невысоко – 11,6%. В природные объекты сбрасываются 100% отводимых сточных вод.

Использование водных объектов для целей производства электрической энергии. Объем забора воды для целей производства электрической энергии из водных объектов в бассейне р. Пясины – 103,8 млн. м³ (43,1% от общего забора воды). Из них 89,6% вод забирается из поверхностных водных объектов, 10,4% – из подземных (рисунок 3.7).

За период 2001-2010 гг. наблюдается незначительное уменьшение забора воды из водных объектов бассейна р. Пясины на нужды электроэнергетики (рисунок 3.8).

Весь объем природных вод, забираемых на нужды электроэнергетики, составляет приблизительно четвертую часть от объёма вод, находящихся в оборотном использовании (рисунок 3.9).

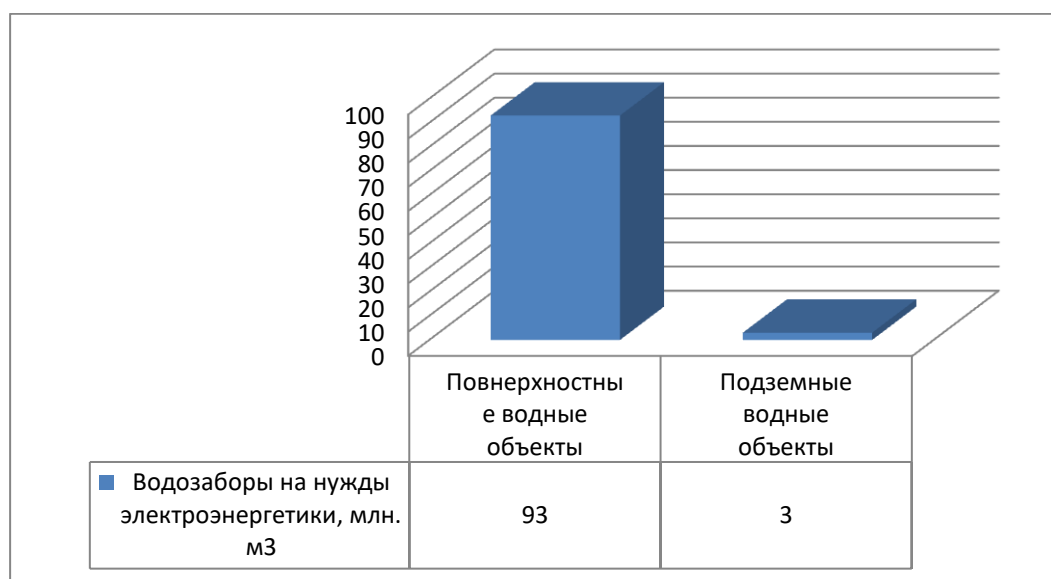


Рисунок 3.7 – Забор из водных объектов для целей производства электрической энергии (усреднённые данные за 2001-2010 гг.), млн. м³

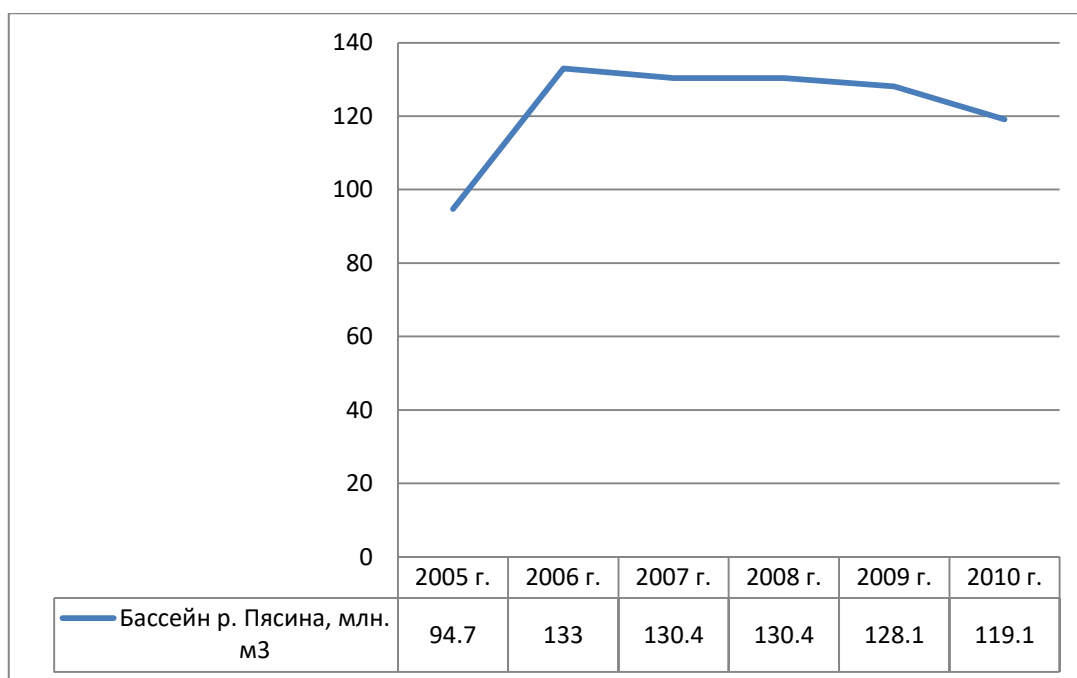


Рисунок 3.8 – Динамика использования поверхностных вод из водных объектов в целях производства электрической энергии, млн. м³ (за период 2005-2010 гг.)

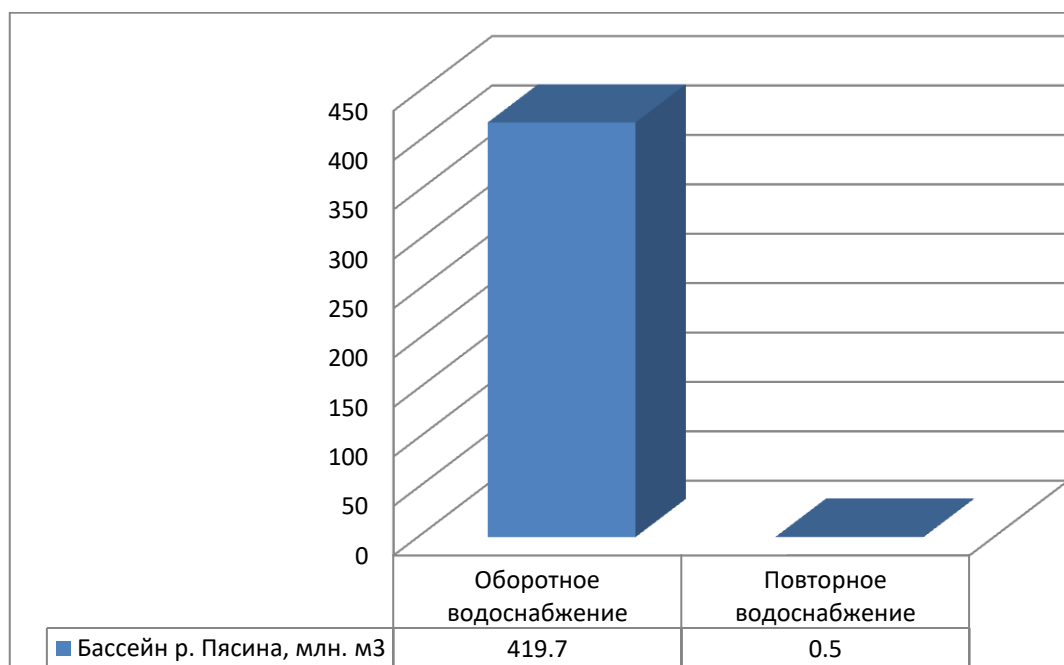


Рисунок 3.9 – Использование воды в оборотном и повторном водоснабжении производства электрической энергии, млн. м³

На территории бассейна р. Пясины на нужды электроэнергетики безвозвратно потребляется 9,6% всех забираемых природных вод.

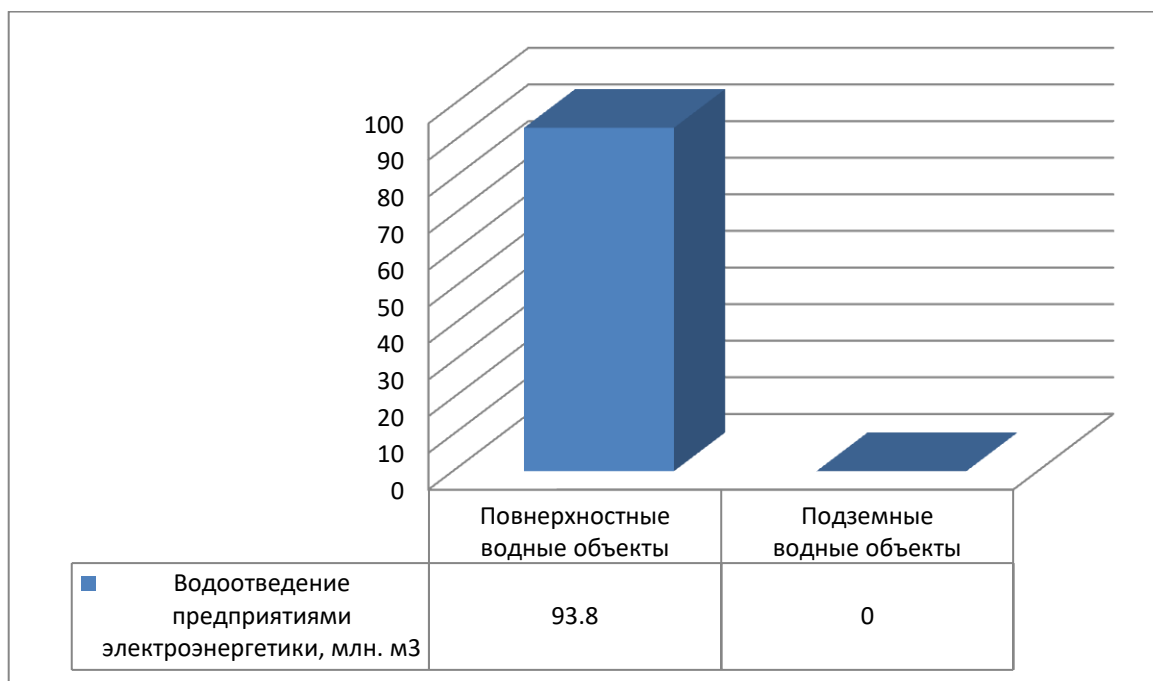


Рисунок 3.10 – Водоотведение электроэнергетики в водные объекты бассейна р. Пясины, млн. м³ (усредненные данные за период 2001-2010 гг.)

В период 2006-2010 гг. отмечается небольшое уменьшение количества воды, отводимой предприятиями электроэнергетики в природные источники (рисунок 3.11).



Рисунок 3.11 – Динамика водоотведения электроэнергетики в водные объекты, млн. м³ (усредненные данные за период 2006-2010 гг.)

В результате производства электрической энергии без очистки сбрасывается 1,6% от всех отводимых вод. Доля недостаточно очищенных сточных вод составляет 0,02%, доля нормативно чистых вод – 98,3% (таблица 3.1, рисунок 3.12).

Таблица 3.1 – Водоотведение электроэнергетики в водные объекты бассейна р. Пясины, млн. м³

Отведено сточных вод, млн. м ³				
Всего	поверхностные водные объекты			
	всего	сброшено без очистки	нормативно очищенные	нормативно чистые
93,8	93,9	1,51	0,02	92,27



Рисунок 3.12 – Отведение сточных вод энергетики по категории очистки

3.2 Использование водных объектов для целей питьевого и хозяйственно – бытового водоснабжения

Для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения в границах бассейна р. Пясины среднегодовой забор природной воды составляет 0,7% от общего объема забора (рисунок 3.13).

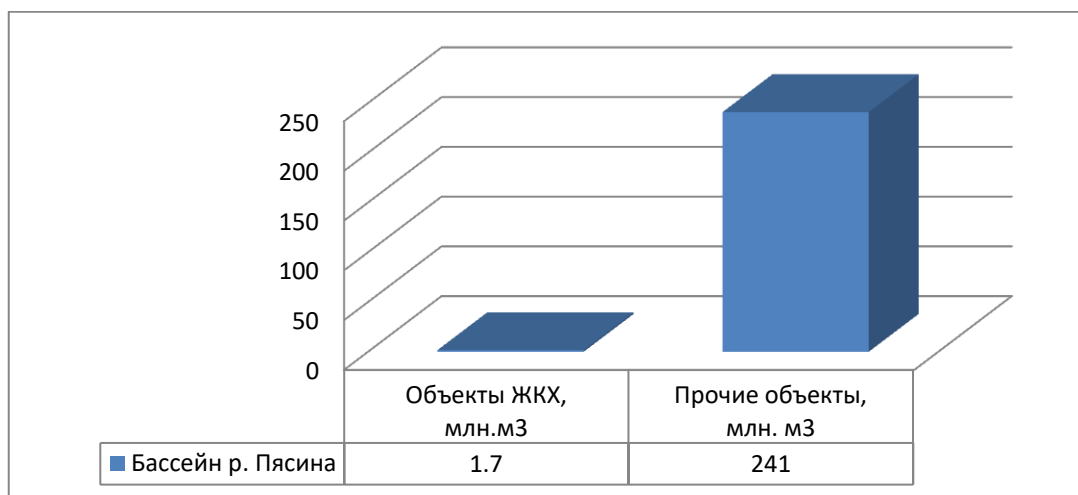


Рисунок 3.13 – Забор воды из водных объектов для питьевых и хозяйственно-бытовых целей, млн. м³ (усреднённые данные за 2001-2010 гг.)

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Норильск и входящих в его состав районов: Кайеркан и Талнах, преимущественно используются

подземные воды сквозных таликов (Талнахское, Ергалахское, Амбарнинское МПВ). Недропользователем является ОАО «Норильско-Таймырская энергетическая компания». Групповые водозаборы, представляют собой линейные ряды скважин, сооруженные в осевых частях долин вдоль русел одноименных рек. Дополнительно для водоснабжения используются поверхностные водозаборы, расположенные на р. Норильская (водозабор № 1, 2) и оз. Подкаменное.

Эксплуатируемые месторождения подземных вод (Талнахское, Ергалахское, Амбарнинское) находятся в неблагоприятной экологической обстановке, так как области питания расположены в зонах влияния газопылевых выбросов предприятий ЗФ ОАО «ГМК Норильский никель» и отдельных техногенных объектов.

Данные о ведении объектного мониторинга на водозаборах недропользователем (ОАО «Норильско-Таймырская энергетическая компания») не предоставляются. Предыдущими исследованиями установлено, что состав добываемых вод гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный магниево-натриево-кальциевый с минерализацией 0,07-0,22 мг/л. В подземных водах Талнахского водозабора отмечалось превышение ПДК кадмия 1,3-3,5 раза. В подземных водах Ергалахского водозабора отмечалось повышенное содержание бария, марганца, титана, свинца, кадмия. На Амбарнинском водозаборе с 2000 г. фиксировалось загрязнение ПВ сероводородом и повышенное содержание кадмия.

Количество отводимых сточных вод, значительно превышающее количество забираемых природных вод, что объясняется спецификой работы МУП «Канализационно-очистные сооружения» (г. Норильск, Красноярский край), которое является единственным предприятием в бассейне р. Пясины, отводящим сточные воды в поверхностные водные объекты (таблица 3.2, рисунок 3.14).

Объем оборотного водоснабжения для нужд ЖКХ в бассейна р. Пясины составляет 1,5 млн. м³. Согласно данным отчетной формы 2-ТП (водхоз), повторное водоснабжение для этих целей на рассматриваемой территории отсутствует (рисунок 3.15).

Таблица 3.2 – Динамика использования водных объектов ЖКХ в бассейне р. Пясины, млн. м³

Характеристика	год							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Использовано природных вод с забором из водных объектов	0,6	1,12	2,4	2,2	2,6	2,4	2,2	1,0
Отведено сточных вод в водные объекты	—	—	—	11,7	45,6	47,0	46,0	39,0



Рисунок 3.14 – Динамика использования водных объектов для питьевых и хозяйственно-бытовых целей, млн. м³ (данные 2001-2010 гг.)

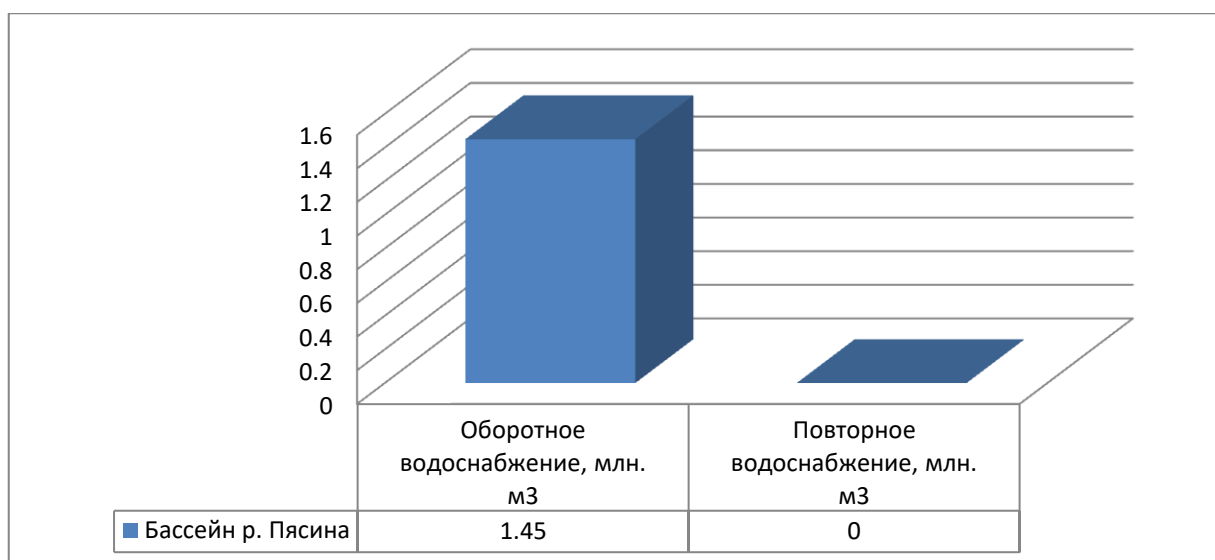


Рисунок 3.15 – Оборотное и повторное водопользование (усреднённые данные за 2001-2010 гг.) ЖКХ, млн. м³

Большая часть сточных вод, отводимых на территории бассейна р. Пясины, сбрасывается в поверхностные водные объекты недостаточно очищенными (таблица 3.14).

Таблица 3.3 – Использование водных объектов для забора воды и отведения сточных вод ЖКХ по водохозяйственным участкам бассейна р. Пясины (усреднённые данные за 2001-2010 гг.)

Отведено сточных вод, млн. м ³					
Всего	поверхностные водные объекты				
	всего	сброшено без очистки	недостаточно очищенные	нормативно чистые	прошедших очистку на очистных сооружениях
38,6	38,6	5,2	37,4	0,015	0

Доля сточных вод, отводимых предприятиями ЖКХ, составляет 21,6% от всех сточных вод, отводимых на территории бассейна р. Пясины. Все сточные воды отводятся в поверхностные водные объекты (рисунок 3.16).

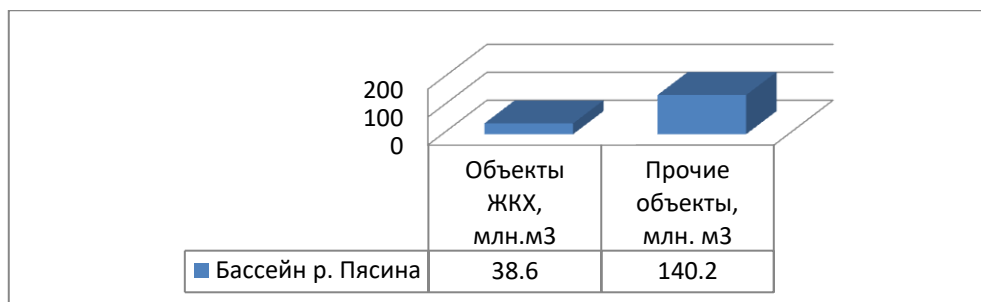


Рисунок 3.16 – Использование водных объектов для отведения сточных вод ЖКХ в бассейне р. Пясины, млн. м³(усредненные данные за период 2006-2010 гг.)

Без очистки сбрасывается 14,1% от всех отводимых сточных вод. Доля нормативно чистых сточных вод составляет 0,04%. Доля недостаточно очищенных вод составляет 85,9% от всего объема сточных (таблица 3.3, рисунок 3.17).

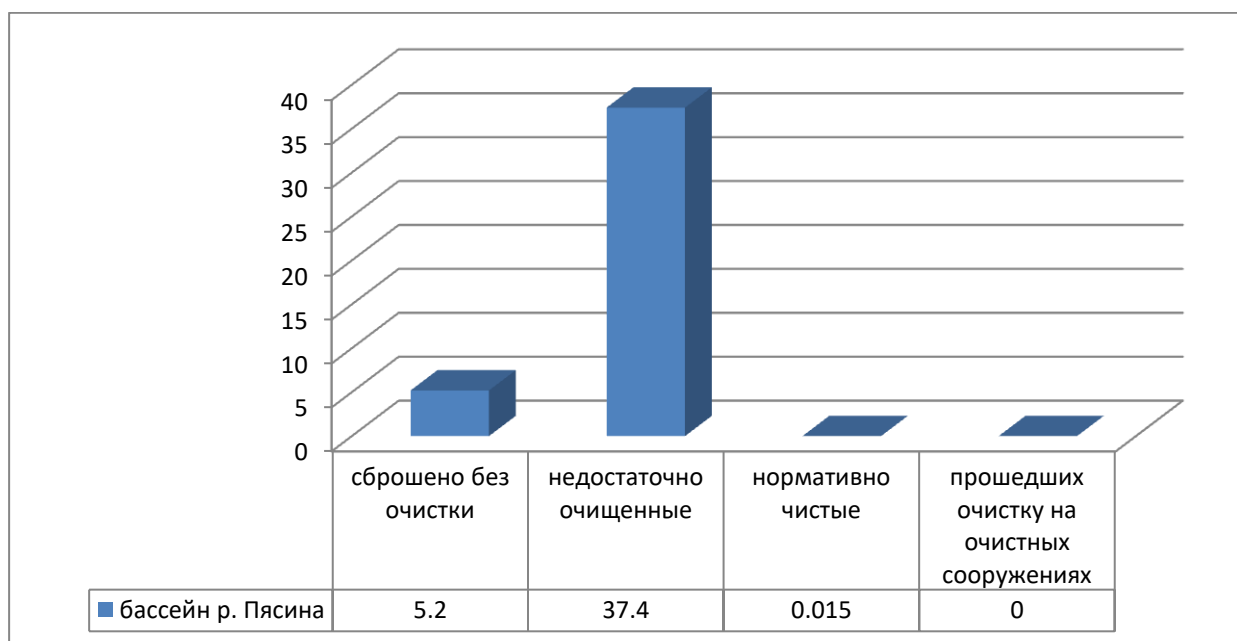


Рисунок 3.20 – Сточные воды объектов ЖКХ в бассейне р. Пясины по категории очистки (усреднённые данные 2006-2010 гг.), млн. м³

Информация о наличии гидротехнических сооружений (ГТС) в бассейне р. Пясины собственником которых является ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель». Местоположение ГТС показано на карте (Рисунок 3.21). Регулирующие емкости, системы распределения (перераспределения) речного стока и гидротехнические сооружения.

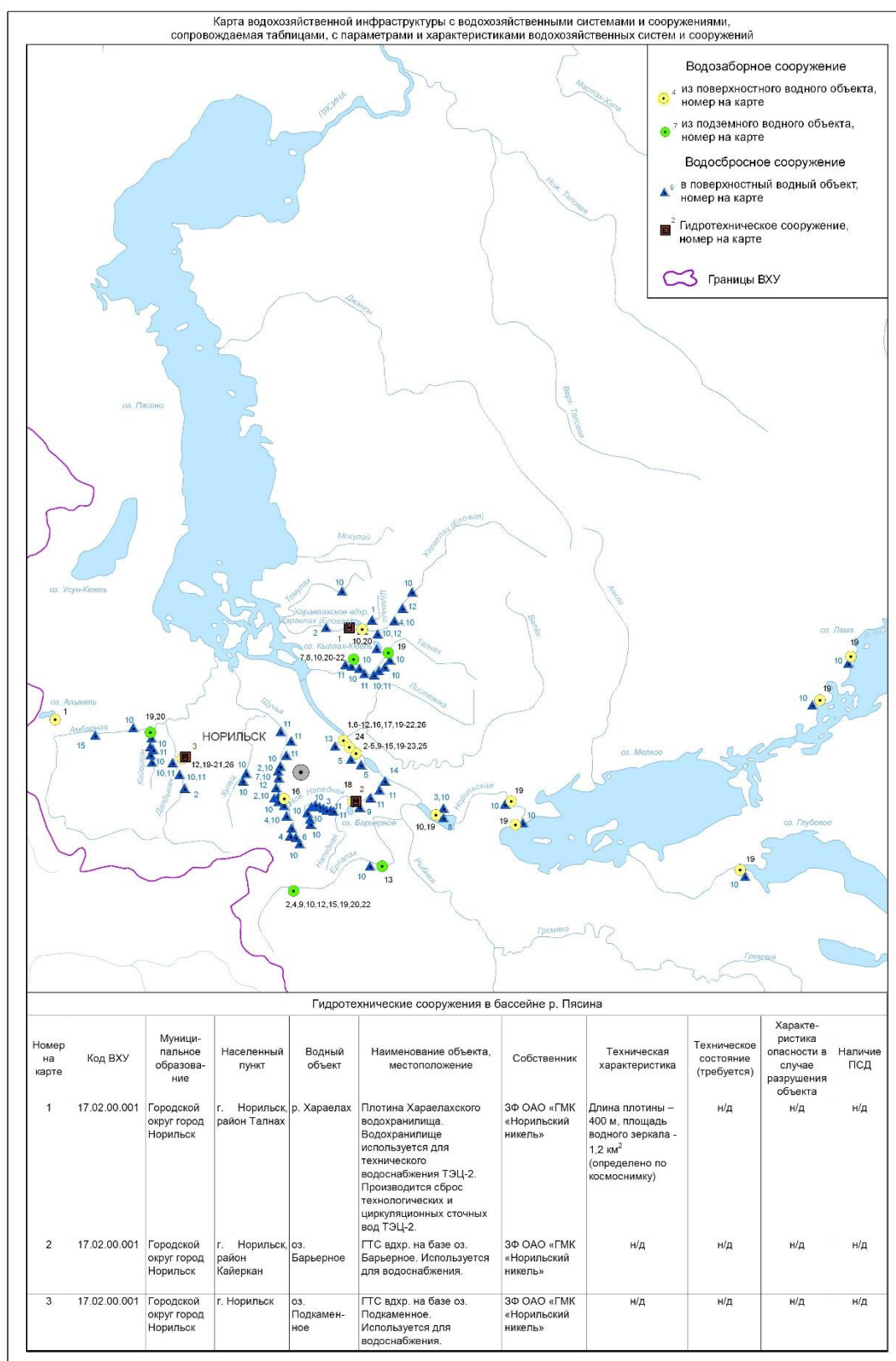


Рисунок 3.21–Карта водохозяйственной инфраструктуры с водохозяйственными системами и сооружениями

Глава 4 Современное гидроэкологическое состояние бассейна реки Пясины

4.1 Основные показатели социально-экономического развития речного бассейна

Бассейн р. Пясины находится в пределах Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района и городского округа Норильск Красноярского края. Территория Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района с севера омывается водами Карского моря, городской округ Норильск выхода к морю не имеет.

Город Норильск – градообразующий комплекс одного из крупнейших в мире горнодобывающего, и, одновременно, металлопроизводящего комбината (Заполярный филиал ОАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»). Норильский городской округ в своем составе имеет также развитую стройиндустрию, транспортные коммуникации и др. Строительство Норильского никелевого комбината определено постановлением Совета Народных Комиссаров СССР от 23.06.1935.

ГМК «Норильский никель» — крупнейшая в России и одна из крупнейших в мире компаний по производству драгоценных и цветных металлов. На его долю (от мировой) приходится большая часть производства металла (Рисунок 4.1).



Рисунок 4.1 – Мировая доля производства драгоценных и цветных металлов
ГМК «Норильский никель»

Основные отрасли городской промышленности: цветная металлургия («Норильский никель», производит никель, медь, кобальт, селен и другие металлы, в концентратах — благородные металлы: золото, серебро, платина, палладий, иридий; «Норильская горная компания»); газодобывающая («Норильскгазпром»); металлообрабатывающие, химические, пищевые предприятия.

Сырьевой базой Норильского комбината служат месторождения сульфидных медно-никелевых руд с горизонтами горных работ до 1600 м – Талнахское (рудники «Маяк», «Комсомольский», «Скалистый»), Октябрьское (рудники «Комсомольский», «Октябрьский» и «Таймырский»), «Норильск-1» (открытый рудник «Медвежий ручей» и подземный рудник «Заполярный»), «Масловское» (в 2008 г. на Масловском месторождении были завершены буровые работы, разработаны технико-экономические обоснования временных разведочных кондиций и составлены отчеты с подсчетом запасов) (Рисунок 4.2).

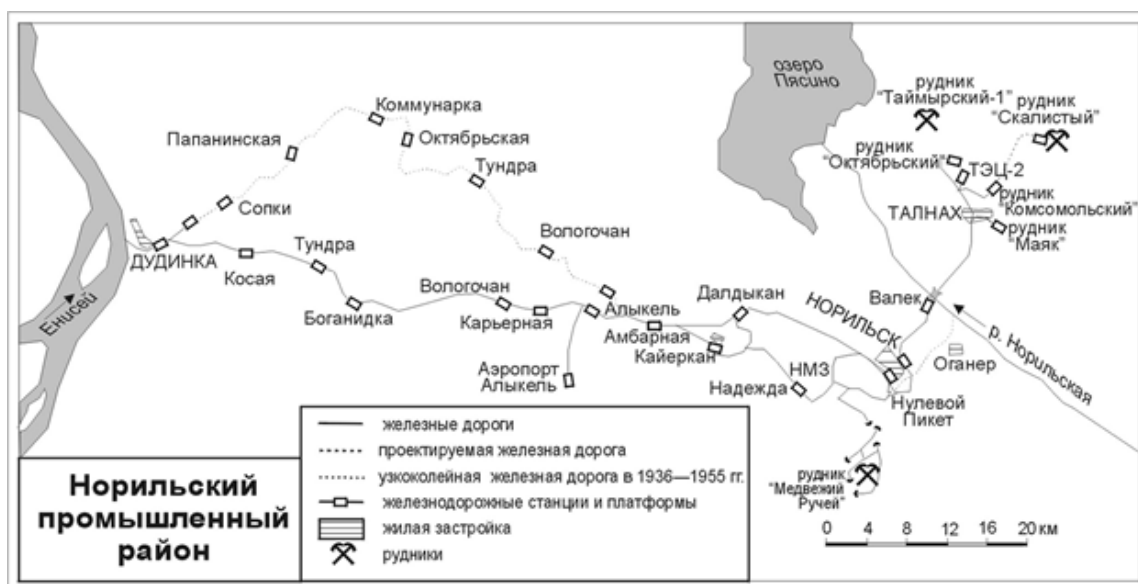


Рисунок 4.2 – Норильский промышленный район

Обогатительно-металлургическая отрасль комбината представлена двумя обогатительными (Талнахская и Норильская) и агломерационной (Норильская) фабриками, тремя металлургическими заводами (Надеждинский, Никелевый, Медный) и отдельным цехом по производству концентратов благородных металлов. Промышленная деятельность структурных подразделений Норильского комбината, жилые образования промрайона обеспечиваются развитой энергетической базой их трех тепловых электростанций, двух гидроэлектростанций, подземных и поверхностных водозаборов, системой магистральных трубопроводов тепла, воды, газа, сетью линий электропередачи высокого напряжения.

Основу экономической базы бассейна составляет цветная металлургия, представленная ЗФ ОАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель». С деятельностью «Норильского никеля» связано социально-экономическое развитие всего Красноярского края. Основная доля объема выпускаемой продукции на территории городского округа Норильск – 99% – приходится на профилирующую отрасль – цветную металлургию, остальное, в совокупности, представлено топливной, пищевой и др. отраслями промышленности.

4.2 Ключевые проблемы речного бассейна

Для обеспечения устойчивого водопользования, охраны водных объектов, защиты от негативного воздействия вод, принятия и реализации управленческих решений по сохранению водных экосистем, обеспечивающих наибольший социальный и экономический эффект, и создания условий для эффективного взаимодействия участников водных отношений, предстоит реализовать комплексное решение ряда приведенных ниже проблем (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Ключевые проблемы бассейна р. Пясины

№ п/п	Проблема	Единица измерения	Величина
1	Проблемы экологического состояния водных объектов		
1.1	Проблемы охраны водных объектов		
1.1.1	Высокое антропогенное воздействие на водные объекты от сброса недостаточно очищенных сточных вод в объеме отводимых сточных вод в водные объекты	%	24,6
	Сброс недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты	млн. м ³ /г	44,0
1.1.2	Высокое антропогенное воздействие на водные объекты от сброса не очищенных сточных вод в объеме отводимых сточных вод в водные объекты	%	21,4
	Сброс не очищенных сточных вод в объеме отводимых сточных вод в водные объекты	млн. м ³ /г	38,3
1.1.3	Локальное загрязнение с площади нарушенных, застроенных, распаханых территорий в объеме поверхностного неорганизованного стока (доля нарушенных территорий от общей площади бассейна)	%	0,07
1.1.4	Хвостохранилища (шламоохранилища) потенциально опасные для поверхностных и подземных водных объектов	шт.	8

№ п/п	Проблема	Единица измерения	Величина
1.2	Проблемы рационального использования водных объектов		
1.2.1	Высокая антропогенная нагрузка на водные объекты от забора и сброса сточных вод в пределах Норильского промрайона, в т.ч.: забор воды из водных объектов бассейна р. Пясина сброс сточных вод в водные объекты бассейна р. Пясина	% млн. м ³ /г млн. м ³ /г	100,0 241,0 178,8
1.2.2	Население сельских поселений, нуждающееся в централизованном водоснабжении	чел. %	517,0 100
1.2.3	Использование незащищенных источников подземных вод, эксплуатируемых инфильтрационными водозаборами, для хозяйственно-питьевого водоснабжения (использование питьевой воды без соответствующей очистки и водоподготовки)	%	100,0
2.	Проблемы организационно-управленческого характера		
2.1	Недостаточность действующих гидрологических постов государственной наблюдательной сети	шт.	3,0
2.2	Отсутствие действующих гидрохимических постов государственной наблюдательной сети	шт.	0,0
2.3	Отсутствие действующих гидробиологических постов государственной наблюдательной сети	шт.	0,0
2.4	Отсутствие установленных и вынесенных в натуру границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос: водотоки водоемы	% шт. шт.	100,0 27,0 39,0

4.2.1 Проблемы охраны водных объектов

Важнейшими факторами ухудшения экологического состояния водных объектов являются:

Сброс загрязняющих веществ в объеме отведения загрязненных и неочищенных вод от организованных стационарных источников промышленных, жилищно-коммунальных, сельскохозяйственных объектов и др. (основные факторы – износ очистных сооружений и сетей канализации, отсутствие и (или) недостаточность эффективно работающих очистных сооружений сточных вод, прием хозяйственно-бытовой канализацией загрязненных стоков промышленных объектов).

В бассейне р. Пясины на территории Красноярского края 0,02% вод проходят очистку на очистных сооружениях. В среднем же очистки требует 45,8% от всех сбрасываемых сточных вод. Доля нормативно чистых вод составляет 54,18% от всех отводимых вод, а 21,32% вод сбрасывается без очистки (таблица 4.2).

Сброс загрязняющих веществ в объеме рассредоточенного (диффузного) стока локального характера с селитебных территорий, площадей, занятых отвалами и отходами производства, сельскохозяйственных площадей, прежде всего распаханых земель.

Селитебные территории в среднем по бассейну р. Пясины занимают небольшую площадь – 0,069%. Площадь нарушенных земель в среднем по бассейну р. Пясины не высока и составляет – 0,00076%. Невысока и доля распаханности территории бассейна. В среднем по бассейну р. Пясины площадь, занятая под пашни составляет 0,00027 %.

Таблица 4.2 – Характеристика отводимых сточных вод на территории бассейна р. Пясины (усреднённые данные за 2005-2009 гг.).

Отведено сточных вод, млн. м ³					Объём сточных вод, требующих очистки, млн. м ³
всего	без очистки	недостаточно очищенных	нормативно чистых	прошедших очистку на очистных сооружениях	
178,8	38,3	44,0	96,5	0,14	82,3
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
178,8	38,3	44,0	96,5	0,14	82,3
178,8	38,3	44,0	96,5	0,14	82,3

Загрязнение подземных водоносных горизонтов в границах крупных городов и промышленных объектов, в том числе, радиоактивными веществами. К участкам с потенциальной опасностью радиоактивного загрязнения подземных водоносных горизонтов относятся объекты подземных ядерных взрывов (ПЯВ), которые проводились на территории Красноярского края в 1970-1980 гг. в целях глубинного сейсмического зондирования земной коры для изучения структур, перспективных в отношении полезных ископаемых. На территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района проведено три камуфлетных подземных ядерных взрыва, из которых два – в бассейне р. Пясины, у оз. Лама.

Отмечено ухудшение качества подземных вод продуктивных водоносных горизонтов за счет подтока загрязненных поверхностных вод на территории Талнахского и Амбарнинского месторождений подземных вод, Ергалахского водозабора.

Не соответствующая действующим требованиям эксплуатация водного транспорта на внутренних водных путях (основные факторы – сброс хозяйственно-бытовых и подсланевых вод, аварийный сброс

нефтепродуктов, а также захламление водных объектов твердыми бытовыми отходами водного транспорта).

Это приводит к значительному ухудшению качества воды, что в свою очередь негативно влияет на водную флору и фауну. Особенно напряженной является экологическая обстановка в районе портов, причалов, в местах стоянки и ремонта судов.

Бесконтрольность и отсутствие оценки интенсивности антропогенной нагрузки на водные объекты и их прибрежные территории от неорганизованного отдыха на водных объектах и водоемах. В качестве стихийных зон неорганизованной рекреации используются территории второго пояса ЗСО водозабора на р. Норильская. Ухудшение качества воды озера Лама объясняется массовым выездом населения, преимущественно г. Норильска, в рекреационную зону с использованием большого количества маломерных судов. Данный фактор является определяющим в процессе ухудшения состояния водных объектов рекреационной зоны.

Сокращение отдельных популяций водных биологических ресурсов в бассейне р. Пясины. В результате высокой локальной антропогенной нагрузки на водосборную площадь в районе городского округа Норильск, а также сбросов сточных вод в водные объекты, реки: Щучья, Новая Наледная и Купец утратили свою рыбохозяйственную значимость.

В бассейне р. Пясины, на территории городского округа Норильск, находится 8 шламохранилищ и хвостохранилищ, принадлежащих ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель», представляющих потенциальную опасность для окружающей среды и водных объектов.

Водоохранные зоны водотоков и водоемов на местности не установлены.

4.2.2 Проблемы рационального использования водных объектов

Неравномерность размещения населения и хозяйствующих субъектов на территории бассейна р. Пясины – проблема использования водных

объектов (с забором и отведением вод) для обеспечения населения и экономики.

Использование незащищенных источников подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, эксплуатируемых инфильтрационными водозаборами, – важная для бассейна р. Пясина проблема. Использование этих вод, в силу уязвимости к загрязнению, возможно лишь при условии проведения эффективных мероприятий по их очистке. Отмечается некондиционность ряда водоносных горизонтов и комплексов по качеству подземных вод естественного состояния требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, особенно по кадмию, сероводороду.

Недостаточное применение новейших технологических мероприятий по защите подземных вод от техногенного воздействия в пределах промплощадок, шламонакопителей, отстойников, хвостохранилищ (защитные противофильтрационные экраны из гидроизоляционных материалов, предупреждающие проникновение загрязняющих веществ в недра), локализация либо ликвидация, где это возможно, существующих источников загрязнения.

Неэффективность водоснабжения и водопотребления (основные факторы – отсутствие или недостаточность мер охраны источников водозаборов, систем водоподготовки, недостаточный контроль за режимом хозяйствования на территории зон санитарной охраны источников водозаборов, недостаточность мощностей забора воды, износ водопроводных сетей, водозаборного оборудования).

Часть трубопроводов холодного водоснабжения (31,418 км) на территории муниципального образования город Норильск характеризуется недостаточной пропускной способностью.

Отсутствуют системы водоочистки и безопасного обеззараживания для хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах сельских поселений, с забором воды из поверхностных водных объектов бассейна р. Пясина.

Отсутствуют системы централизованного водоснабжения населенных пунктов сельских поселений на территории бассейна р. Пясины.

Отсутствует зона санитарной охраны поверхностного водозабора на озере Подкаменное.

4.2.3 Последствия регулирования стока водных объектов

В результате строительства Хараелахского водохранилища нарушен только водный режим р. Хараелах, ниже плотины, на участке протяженностью 13 км. В связи с тем, что среднегодовое количество стока р. Хараелах составляет не более 2% от стока р. Норильская, зарегулированность стока р. Хараелах на режим водных ресурсов р. Норильская существенного влияния не оказывает.

Проблемы организационно-управленческого характера преимущественно связаны с недостатком, недостоверностью исходной информации и отсутствием систематизированных сведений о состоянии водных объектов, неисполнением установленных законодательных и нормативных требований.

Осложняет оценку состояния водных объектов и осуществление контроля за использованием водных объектов отсутствие пунктов регулярных гидрохимических и гидробиологических наблюдений государственной наблюдательной сети на территории бассейна р. Пясины. В настоящее время в бассейне р. Пясины действующими являются только 3 гидрологических поста Росгидромета: 2 на р. Талнах и 1 на р. Пясины, что недостаточно для проведения комплексных гидрологических наблюдений.

В целях снижения негативного воздействия на водные объекты бассейна р. Пясины необходимо установить и вынести в натуре границы водоохранных зон и прибрежных защитных полос.

4.3 Оценка экологического состояния водных объектов речного бассейна

По данным Управления охраны природных ресурсов Министерства природных ресурсов России по Красноярскому краю, ежегодные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составили более 2000 тыс. тонн.

Газопылевые выбросы представлены дымовыми частицами, в которых присутствуют диоксиды серы и азота, формальдегид, фенол и др. ингредиенты. По данным, которые были опубликованы в сборнике "Россия в цифрах-2011", самым загрязнённым промышленным городом России в 2010 году признан город Норильск. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ промышленными предприятиями Норильска составили 1 миллион 924 тысячи тонн. Это абсолютный рекорд среди других промышленных городов России.

В реке Щучьей в районе г. Норильска концентрация ионов меди составляла 52 - 110 ПДК, никеля - 4 - 11 ПДК, фенолов - 4 - 7 ПДК. По существу, река представляет собой сточный водоток предприятий Норильского комбината. Характеристика загрязненности вод реки Щучья определяется как «экстремально грязная». К этой же группе загрязнения относится и река Амбарная в среднем и нижнем течении. Превышение допустимых концентраций загрязняющих веществ отмечено практически для всех водотоков бассейна р. Пясины.

В бассейне р. Пясины, на территории городского округа Норильск, находится 8 шламохранилищ и хвостохранилищ, принадлежащих ЗФ «ГМК «Норильский никель», представляющих потенциальную опасность для окружающей природной среды и водных объектов (рисунок 4.3). Планируется строительство нового Талнахского хвостохранилища, по объему превышающего 2 поля существующего хвостохранилища «Лебяжье».

Наиболее опасны отстойники медного и никелевого заводов с кислой средой и высокой токсичностью, используемые в циклах повторно-последовательного использования вод этих предприятий. Данные отстойники

по кислотности имеют II класс опасности, декларации безопасности для них не разработаны, Московское управление Норильского промышленного района Ростехнадзора наблюдение не осуществляет.

Также на территории Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа (в том числе в пределах бассейна р. Пясины) нет ветсанутилизаторов и скотомогильников (вечная мерзлота). На точках отстрела дикого северного оленя имеются буторные ямы для утилизации биоотходов. На территории Норильского городского поселения трупы мелких животных уничтожаются путем сжигания.

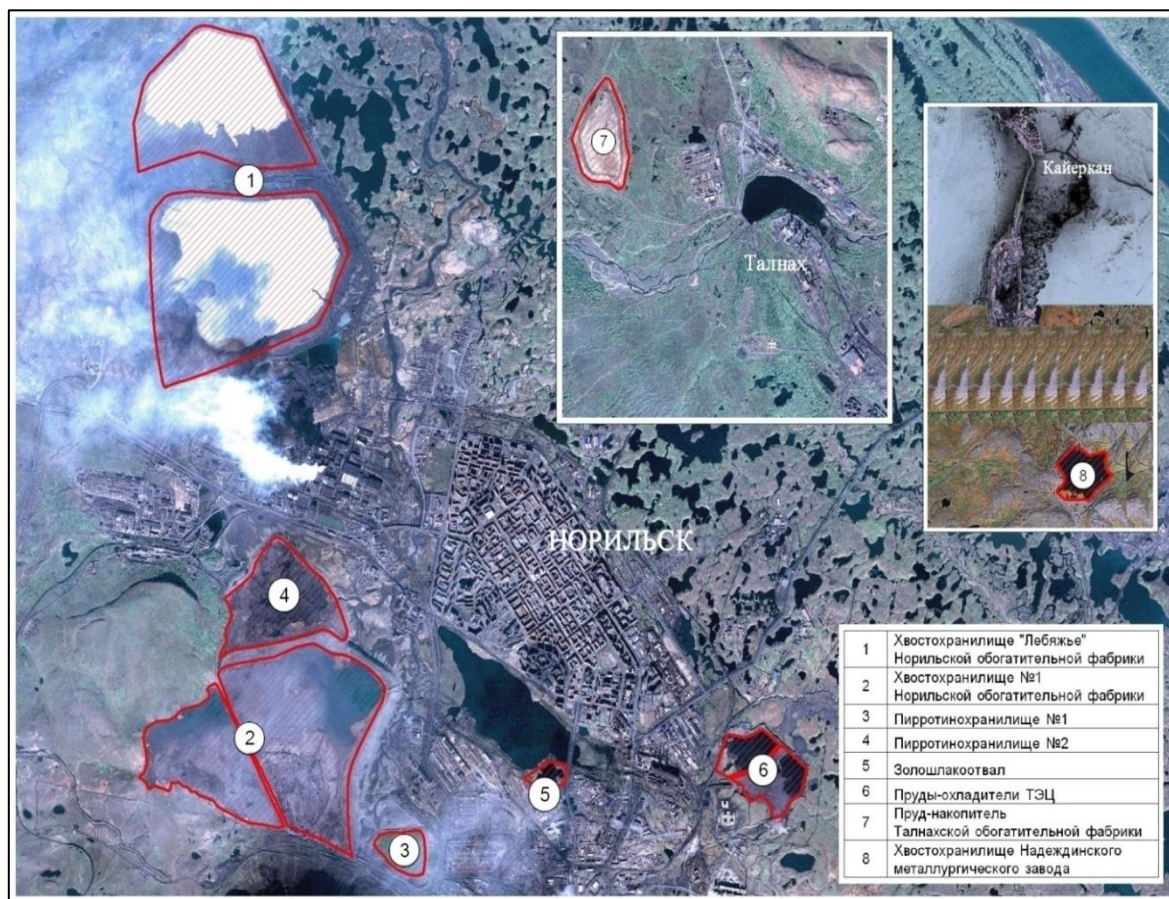


Рисунок 4.3 – Шламохранилища и хвостохранилища, расположенные в бассейне р. Пясины на территории городского округа Норильск

В течение эпизоотии 1931-1932 гг. от сибирской язвы на территории Таймырского автономного округа численность падежа домашних оленей составила 31 тысячу голов, зарегистрировано 39 очагов со вспышками

заболевания и падежа домашних оленей, общей площадью 4 626 км² (из них 10 очагов площадью 960 км² – в пределах бассейна р. Пясины). Большая численность павших оленей, разобщенность территории, привлечение местных жителей для уничтожения трупов путем сжигания не дает гарантии того, что все трупы собраны и уничтожены. В связи с этим, территории с зарегистрированными очагами сибирской язвы (в основном вблизи водных объектов) являются потенциально опасными, так как споры возбудителя сибирской язвы сохраняют свою патогенность в почвах более 100 лет.

4.4 Распределение водных объектов по классам экологического состояния

Согласно официальным данным Росгидромета за последний год наблюдения за Норильским промышленным районом (ныне – городской округ Норильск), проведенного в 2003 г., наиболее загрязненными водными объектами остаются реки: Щучья и Норильская. В результате регулярного сброса загрязненных сточных вод, р. Щучья утратила свою рыбохозяйственную значимость и, по сути, является коллектором сточных вод предприятий ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель».

По характеру многолетней изменчивости качества вод водные объекты Норило-Пясинской системы разделены на три группы. К первой относятся р. Норильская (до створа – 1 км выше впадения р. Рыбная) и другие водные объекты, расположенные выше этого пункта наблюдения, в том числе, озеро Лама. Качество вод этой группы формируется под влиянием природных факторов с незначительным косвенным атмосферным загрязнением. Вторая группа, включающая озеро Пясино, р. Норильская в среднем и нижнем течении и р. Амбарная в верхнем течении, характеризуется умеренным загрязнением. Экстремально грязные реки: Щучья и Амбарная (в среднем и нижнем течении) – основные приемники сточных вод горно-металлургической промышленности – образуют третью группу.

На основе расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности вод (УКИЗВ), по которому качество вод определяется по 5 классам, установлено, что качество вод р. Щучья является экстремально грязным, рек: Норильская, Амбарная и Пяси́на (в истоке) – грязным и загрязненным, озеро Лама в разные годы – условно чистым и загрязненным.

Вода р. Щучья характеризуется повышенными концентрациями по рыбохозяйственным нормативам большинства загрязняющих веществ. В устье р. Щучья состояние водного объекта по данным ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» несколько лучше, хотя так же характеризуется повышенным содержанием железа общего, никеля, меди, фосфатов и др. По индексу загрязненности воды характеризуются как «грязные» и «очень грязные».

На реке Норильская расположены водозаборы № 1 и № 2, вода водозабора № 1 используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Норильск, водозабор № 2 – для забора технологической воды. Наблюдения за состоянием воды в реке ведутся по 12 створам, принадлежащим ГУ «Таймырский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», ЦГСЭН г. Норильск, водопользователями ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» и ОАО «Авиакомпания «Таймыр». Вода реки характеризуется повышенным содержанием марганца, меди, фенолов и др.

Вода в р. Рыбная характеризуется повышенным содержанием меди, железа общего, нитритов. В истоках рек: Талнах, Хараелах и Томулах наблюдается повышенное содержание меди, связанное с активной разработкой Талнахского рудного поля. В устьях этих рек отмечено превышение рыбохозяйственных нормативов по железу, азоту аммонийному, нитритам, которое происходит за счет сбросов неочищенных сточных вод.

Состояние вод в истоках р. Амбарная и р. Далдыкан характеризуется повышенным содержанием меди. В устье этих рек наблюдается превышение рыбохозяйственных нормативов по некоторым показателям.

На озерах Подкаменное и Алыкель расположены питьевые водозаборы, вода которых используется для водоснабжения Кайеркана и п. Алыкель. Качество забранной воды соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1070-01.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в озере Лама в 2003 году характеризовались повышенным содержанием меди, марганца, фенолов. В целом, остальные показатели остаются в пределах нормы.

Постоянно высокие концентрации соединений меди и никеля в воде водных объектов Норило-Пясинской системы, не испытывающих прямого антропогенного воздействия, обусловлены природным геохимическим фоном (вододосбор Норило-Пясинской системы находится в границах Норильско-Хараелахской железно-платиноидно-медно-кобальтово-никеленоносной минерагенической зоны).

Более объективная оценка экологического состояния поверхностных водных объектов по гидрохимическому загрязнению в бассейне р. Пясины не представляется возможной из-за отсутствия длительного периода репрезентативных наблюдений.

Обобщенные данные качества вод водных объектов бассейна р. Пясины по гидрохимическим показателям приведены в Таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Обобщенные данные качества вод водных объектов бассейна р. Пясины по гидрохимическим показателям

Название	ПД К р- х	оз. Лама		оз. Пясино		р. Амбарная		р. Далдыкан		р. Ергалах		р. Норилка,		р. Пясины	
		мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК
Алюминий	0,04		0,000	0,043	1,078	0,012	0,300		0,000		0,000	0,084	2,088	0,040	1,000
Аммиак и ионы аммония	0,39	0,303	0,777	0,328	0,842	0,366	0,940	0,303	0,777	0,482	1,236	0,283	0,727	0,253	0,650
Железо общее	0,1	0,051	0,510	0,225	2,248	0,105	1,050	0,090	0,900	0,145	1,448	0,320	3,204	0,261	2,610
Кадмий	0,01	0,000	0,047	0,000	0,060		0,000		0,000		0,000	0,002	0,370	0,000	0,060
Кобальт	0,01	0,001	0,074	0,002	0,173	0,001	0,054	0,001	0,080	0,001	0,060		0,000	0,005	0,500
Марганец	0,01	0,078	7,790	0,015	1,500	0,017	1,689		0,000	0,005	0,468	0,012	1,201	0,012	1,233
Медь	0	0,003	2,628	0,007	6,652	0,008	8,271	0,009	8,793	0,080	79,758	0,008	8,059	0,011	11,410
Нефтепродукт ы	0,05	0,064	1,281	0,155	3,094	0,053	1,068	0,027	0,536	0,021	0,414	0,119	2,379	0,015	0,300
Никель	0,01	0,002	0,245	0,009	0,904	0,006	0,567	0,024	2,409	0,004	0,420	0,021	2,115	0,007	0,700
Нитраты	9,1	2,210	0,243	0,248	0,027	0,474	0,052	0,641	0,071	3,869	0,425	0,497	0,055	0,250	0,028
Нитриты	0,02	0,067	3,340	0,039	1,929	0,047	2,354	0,006	0,279	0,015	0,754	0,072	3,620	0,011	0,542
Свинец	0,01	0,003	0,471	0,003	0,417	0,003	0,435	0,003	0,422	0,003	0,422		0,000	0,003	0,417
Стронций	0,4		0,000	0,125	0,313	0,106	0,265		0,000	0,128	0,320		0,000	0,053	0,133
Сульфаты	100	15,18 0	0,152	27,66 1	0,277	30,46 5	0,305	35,54 8	0,356	92,90 9	0,929	30,50 7	0,305	20,70 0	0,207
Фенолы	0	0,005	5,150	0,002	2,477	0,004	3,667		0,000		0,000	0,004	4,169	0,000	0,250
Фосфаты	0,05	0,046	0,915	0,011	0,212	0,016	0,323	0,013	0,262	0,013	0,251	0,009	0,179	0,005	0,100
Хлориды	300	4,431	0,015	5,039	0,017	2,294	0,008	1,097	0,004	2,518	0,008	6,175	0,021	2,100	0,007
Цинк	0,01	0,006	0,638	0,013	1,340	0,009	0,899	0,013	1,326	0,008	0,789	0,005	0,492	0,011	1,067

Название	ПДК р-х	р. Рыбная		р. Талнах		р. Томулах		р. Хараелах		р. Щучья		р. Южный Ергалах	
		мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК	мг/л	доли ПДК
Алюминий	0,04		0,000		0,000		0,000		0,000	0,089	2,236	0,020	0,500
Аммиак и ионы аммония	0,39	0,405	1,039	0,406	1,041	0,521	1,337	0,387	0,994	4,563	11,701	0,025	0,064
Железо общее	0,1	0,240	2,397	0,082	0,816	0,350	3,498	0,116	1,156	0,265	2,652	0,025	0,250
Кадмий	0,01		0,000		0,000		0,000		0,000	0,002	0,343	0,000	0,060
Кобальт	0,01	0,001	0,050	0,001	0,075	0,001	0,095	0,001	0,054		0,000	0,005	0,500
Марганец	0,01		0,000	0,003	0,250		0,000		0,000	0,047	4,705	0,350	35,000
Медь	0	0,003	3,122	0,005	4,569	0,006	6,014	0,004	3,696	0,026	26,400	0,002	1,500
Нефтепродукты	0,05	0,022	0,437	0,017	0,347	0,034	0,671	0,018	0,365	0,213	4,251	0,020	0,400
Никель	0,01	0,002	0,234	0,004	0,350	0,006	0,624	0,004	0,396	0,049	4,873	0,003	0,250
Нитраты	9,1	0,342	0,038	0,715	0,079	2,580	0,284	7,432	0,817	2,077	0,228	0,250	0,028
Нитриты	0,02	0,082	4,095	0,052	2,617	0,436	21,799	0,022	1,123	0,339	16,950	0,002	0,075
Свинец	0,01	0,003	0,508	0,003	0,483	0,003	0,434	0,003	0,476		0,000	0,003	0,417
Стронций	0,4		0,000	0,057	0,142		0,000		0,000		0,000	0,100	0,250
Сульфаты	100	22,708	0,227	14,840	0,148	26,648	0,267	9,819	0,098	100,494	1,005	101,730	1,017
Фенолы	0		0,000		0,000		0,000		0,000	0,007	7,167	0,000	0,250
Фосфаты	0,05	0,014	0,285	0,016	0,327	0,030	0,595	0,023	0,452	0,646	12,923	0,005	0,100
Хлориды	300	2,642	0,009	1,498	0,005	2,317	0,008	1,534	0,005		0,000	2,800	0,009
Цинк	0,01	0,004	0,412	0,007	0,661	0,009	0,887	0,006	0,649	0,014	1,404	0,004	0,400

4.5 Оценка экологического состояния подземных водных объектов на территории речного бассейна

На территории городского округа Норильск, несмотря на повсеместное распространение многолетнемерзлых горных пород, которые являются региональным экраном и защищают подземные воды от инфильтрационного загрязнения, наблюдается ухудшение гидрохимического состава подземных вод различных водоносных горизонтов. Данный факт связан с деградацией зоны многолетнемерзлых пород и снижением ее экранирующих свойств в районах активного техногенного воздействия на геологическую среду.

Месторождения подземных вод находятся в неблагоприятной экологической обстановке. Область питания месторождений расположена в зонах техногенного влияния, как газопылевых выбросов предприятий ОАО «ГМК «Норильский никель», так и других техногенных объектов.

На Талнахском месторождении подземных вод выявлены потенциальные источники загрязнения, такие как свалка металлолома и строительного мусора у насыпи промышленной площадки восточного вентиляционного ствола рудника «Комсомольский» и озера Кыллах-Кюэль, которое до недавнего времени использовалось как золоотстойник. По всему периметру береговой линии озера наблюдаются техногенные отложения. Под ложем озера Кыллах-Кюэль существует сквозной талик, сквозь который возможно перетекание загрязненных вод в эксплуатируемый водоносный горизонт. Наблюдается повышенное содержание нефтепродуктов, железа, нитритов, концентрация сульфат иона на пределе ПДК.

Ергалахский водозабор находится в долине р. Ергалах в 20 км южнее г. Норильска. Тем не менее, на химический состав подземных вод негативно влияют отвалы вскрышных пород карьера «Медвежий ручей», расположенные в районе среднего участка водозабора на левом берегу р. Ергалах. По степени защищенности от поверхностного загрязнения месторождение подземных вод относится к типу незащищенных. Начиная с

1999 года, в отдельных пробах воды содержание бария, марганца превышает допустимые ПДК. В 2001 году содержание титана превышало ПДК. В 2002 году, по данным лаборатории ПО «Норильскгеология», в подземных водах отмечается ксантогенат бутиловый. В 2001 году, по данным лаборатории СИАК ГОУП «Таймыргеоинформ», содержание железа и марганца в подземных водах Ергалахского водозабора превышало ПДК. В 2002 году, по данным этой же лаборатории, в подземных водах отмечено повышенное содержание железа, свинца и кадмия.

В пределах водосборной площади Амбарнинского месторождения расположены локальные источники загрязнения, представленные сбросами пульпы при порывах пульпопроводов, проложенных к хвостохранилищу НМЗ. Эти сбросы сточных вод попадают в озеро Амбарное, исток р. Амбарная, воды которой имеют, хотя и небольшую гидравлическую связь с подземными водами эксплуатируемого водоносного горизонта. Кроме того, к нижней части месторождения примыкает пирротинохранилище КУР-1. При заполнении карьера, в его контуре, произошла деградация мерзлоты вплоть до формирования к 1992 году сквозного талика, что привело к фильтрации вод, содержащих загрязняющие компоненты, в надмерзлотный водоносный горизонт рыхлых четвертичных отложений, таликовый водоносный горизонт ниже-среднечетвертичных водно-ледниковых и морских отложений (fg-mQ_{I-II}) и подмерзлотный водоносный комплекс каменноугольно-пермских терригенных отложений (C₃-P₂).

Следует отметить, что и в естественном (незагрязненном) состоянии подземные воды водозаборов некондиционны по содержанию кадмия и сероводорода, что требует обязательной водоподготовки перед их использованием в питьевых целях.

Общие положения. Качество вод водотоков во многом определяется состоянием их водосборных территорий. По оценкам экспертов до 70% загрязняющих веществ поступает в водные объекты от неорганизованных источников: неочищенные воды ливневой канализации, поверхностный

смыв, неконтролируемый сток с территории предприятий, антропогенная деятельность в водоохранных зонах (захламление берегов, создание свалок).

Основными рассредоточенными источниками загрязняющих веществ на водосборах являются территории населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, а также отдельные части водосборов рек, попадающие в зону рассеяния атмосферных выбросов крупных промышленных предприятий, в первую очередь, теплоэнергетики, металлургии, химии и нефтехимии.

Спектр загрязняющих веществ, поступающих в водотоки с рассредоточенным стоком, зависит от приоритетного вида хозяйственного использования той или иной части водосбора.

Целевые показатели по сокращению поступления загрязняющих веществ рассчитаны только для селитебных территорий бассейна р. Пясины. Целевые показатели по выносу загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий бассейна р. Пясины не рассчитывались в связи с тем, что на его территории пашня отсутствует, минеральные и органические удобрения не вносятся.

Селитебные территории. Наибольшее негативное влияние на водные объекты оказывает сток с территорий населенных пунктов. Масса загрязняющих веществ, поступающих с селитебных территорий, определяется интенсивностью движения автотранспорта, массой выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленных предприятий. Содержание взвешенных веществ, нефтепродуктов и ряда тяжелых металлов (в первую очередь свинца) в поверхностном стоке населенных пунктов примерно сопоставимо с интенсивностью движения транспорта.

Однако промышленная специализация приводит к появлению в поверхностном стоке ряда специфических загрязняющих веществ.

В населенных пунктах с развитой металлургией, таких как г. Норильск, в поверхностном стоке увеличивается концентрация тяжелых металлов (железо, медь, цинк, марганец, свинец), сульфатов (производство меди и

цинка), преимущественно за счет смыва с водосборной площади и выпадения атмосферных осадков. Кроме того, для крупных населенных пунктов характерно повышенное поступление в водные объекты с поверхностным стоком нефтепродуктов.

На рисунках 4.4-4.9 приведены графики превышения долей ПДК_{рх} в водных объектах бассейна р. Пясины.

Следует отметить, что без проведения специальных исследований оценить долю металлов, поступающих в водные объекты с территории населенных пунктов от рассредоточенных источников (без учета сосредоточенных источников загрязнения) в замыкающих створах, не представляется оценить точно. [1]

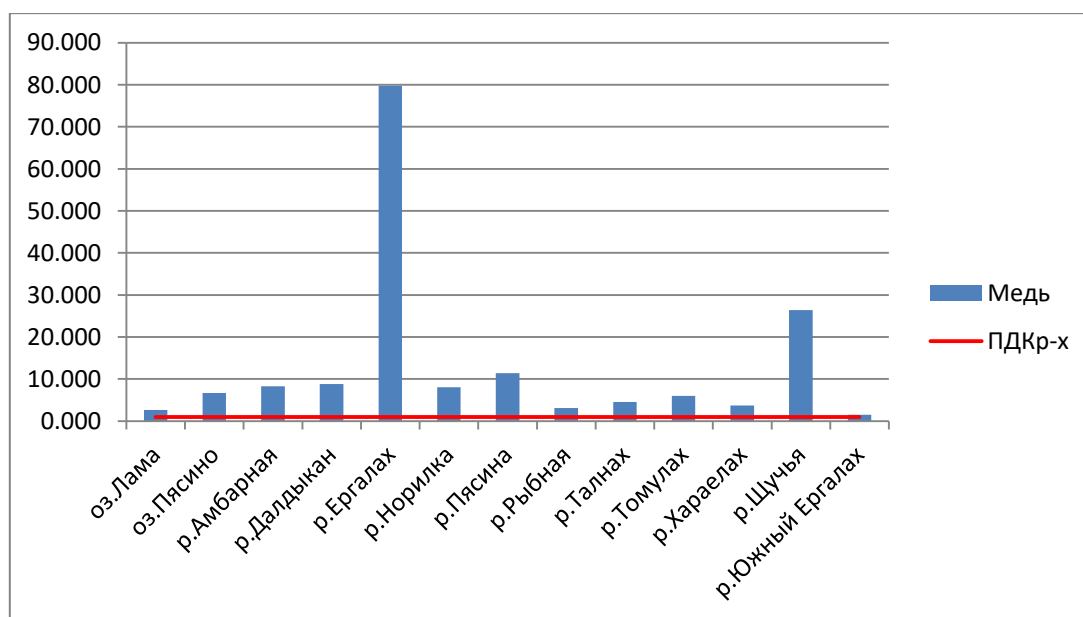


Рисунок 4.4 – Превышение ПДК_{рх} по содержанию в воде водных объектов меди

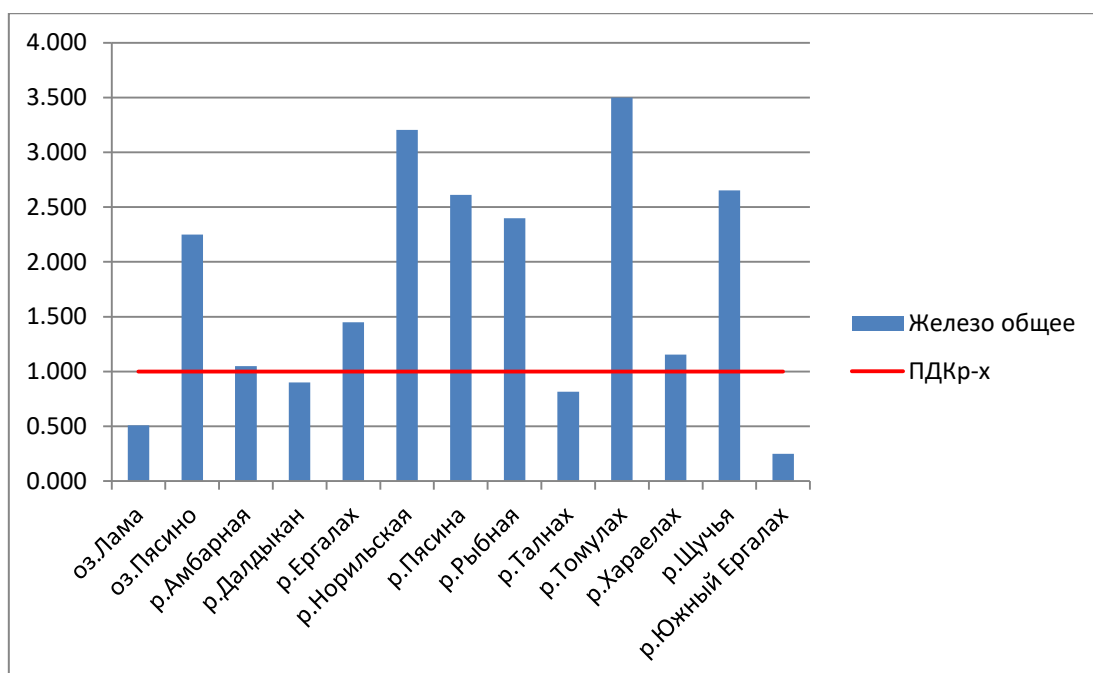


Рисунок 4.5 – Превышение ПДК_{рх} по содержанию в воде водных объектов железа

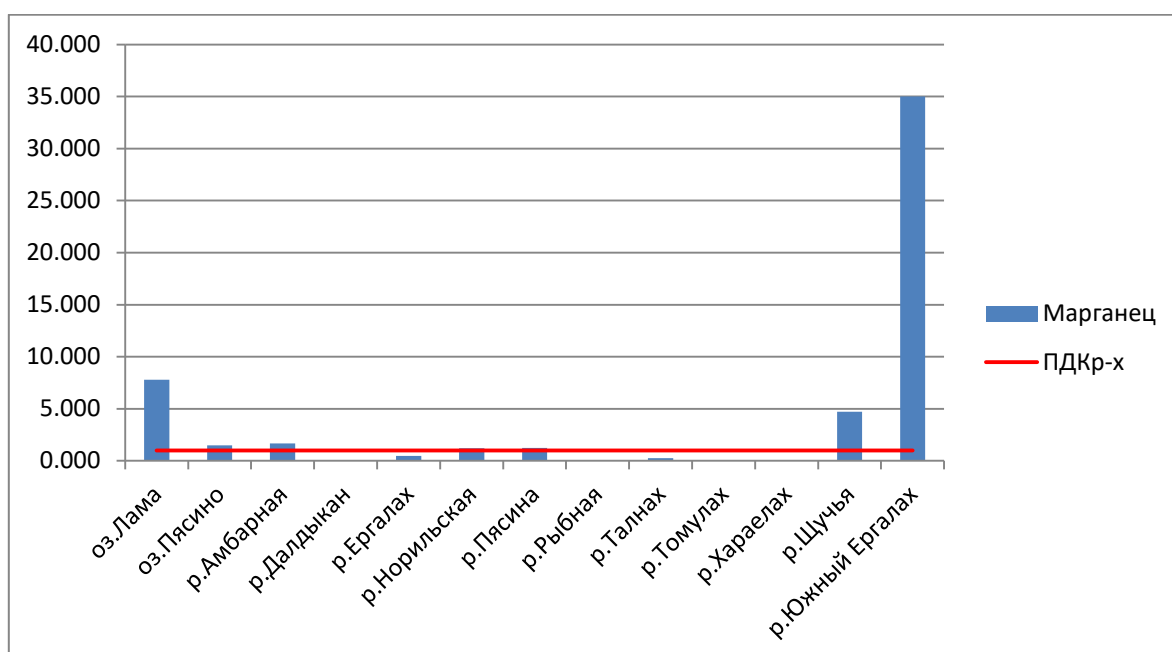


Рисунок 4.6 – Превышение ПДК_{рх} по содержанию в воде водных объектов марганца

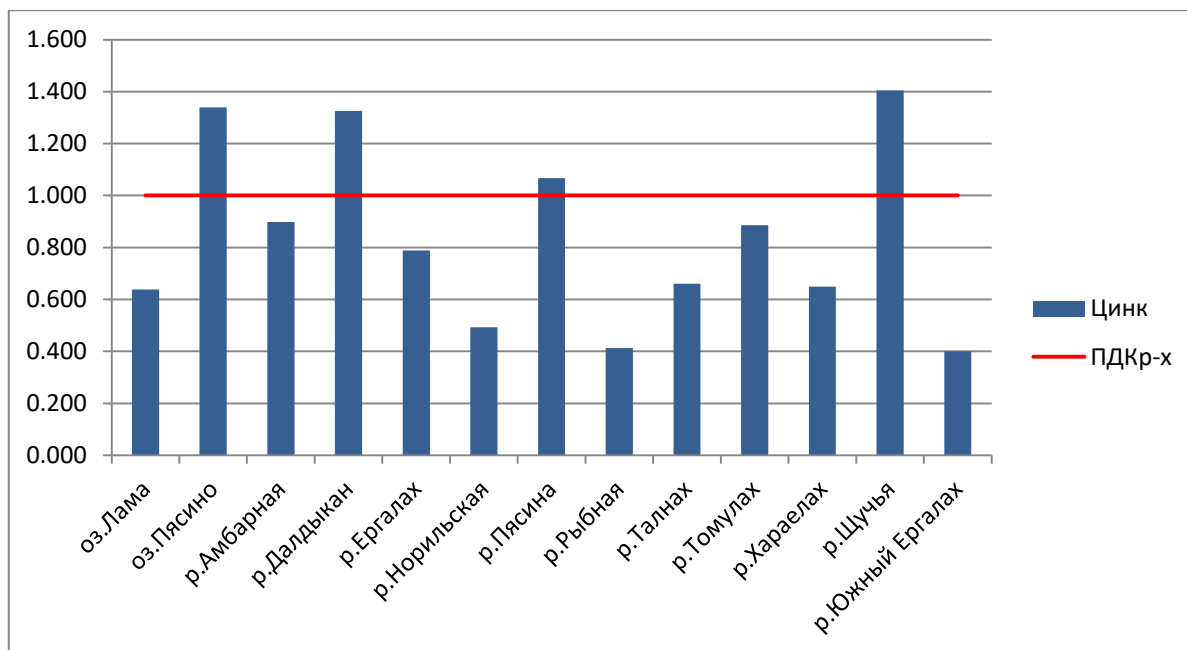


Рисунок 4.7 – Превышение ПДК_{рх} по содержанию в воде водных объектов
цинка

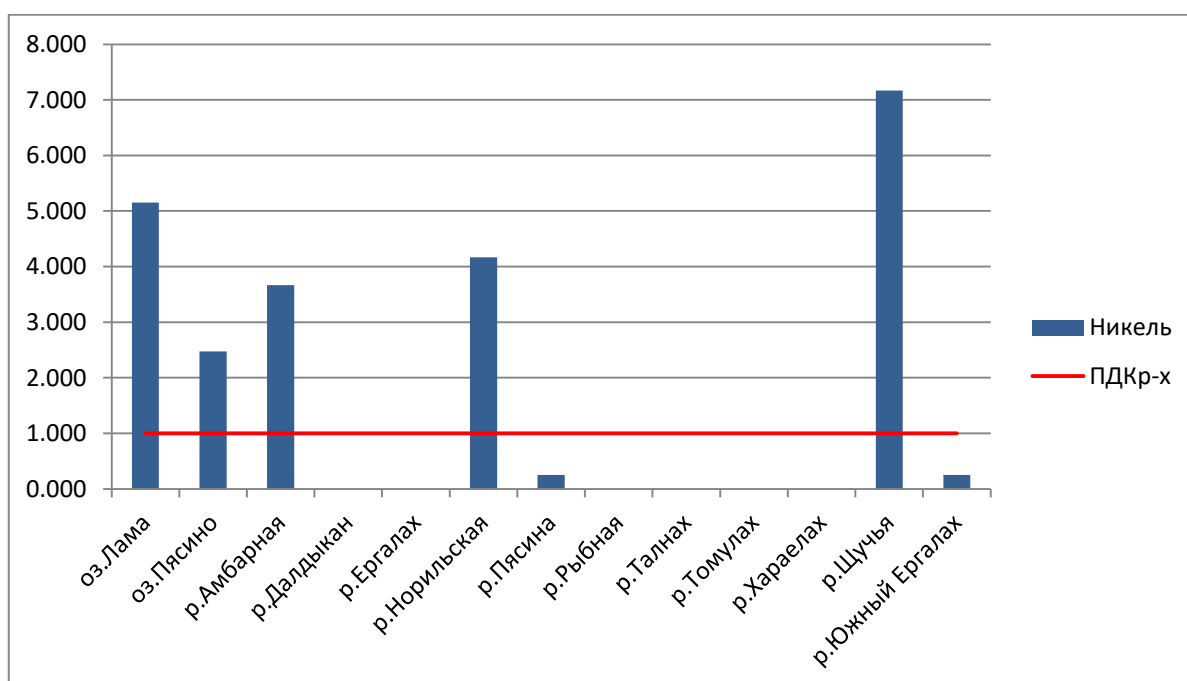


Рисунок 4.8 – Превышение ПДК_{рх} по содержанию в воде водных объектов
никеля

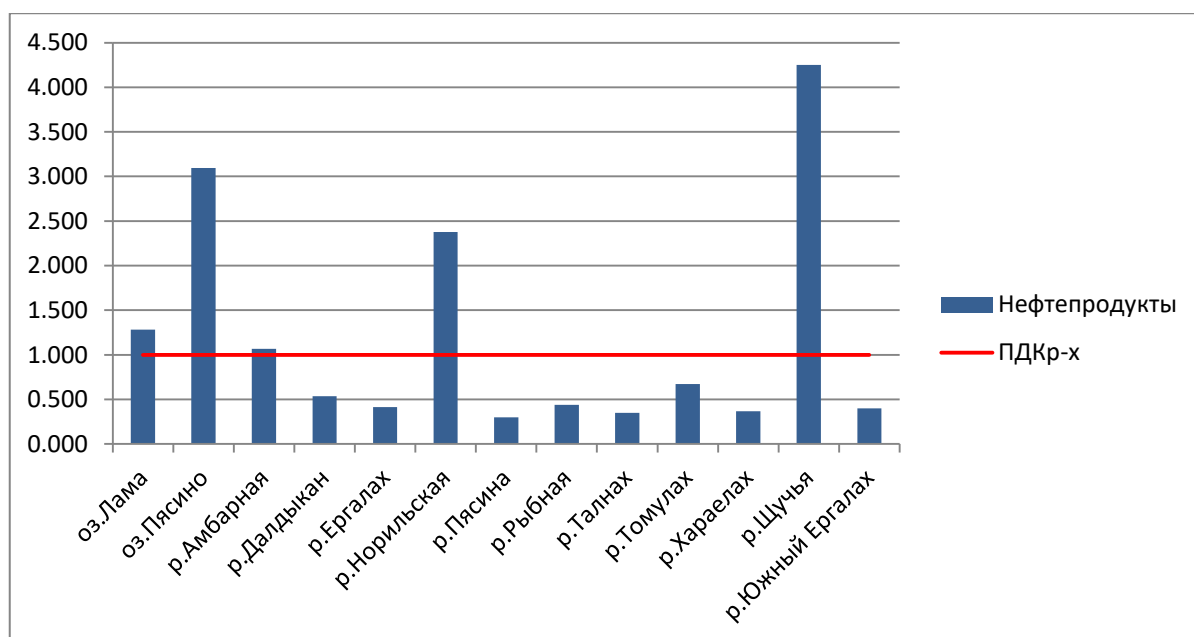


Рисунок 4.9 – Превышение ПДК_{кр-х} по содержанию в воде водных объектов нефтепродуктов

Глава 5 Методика изучения гидроэкологических проблем с помощью космических снимков

5.1 Общие положения дистанционного зондирования Земли

Эффективное управление водными ресурсами, проблемы рационального водопользования и оценки качества воды являются приоритетными задачами многих международных проектов. В России водохозяйственным вопросам также уделяется большое внимание, в том числе и на государственном уровне. Принятый в 2006 г. Водный кодекс РФ регулирует всю деятельность в сфере водных ресурсов. Водное законодательство России основывается на принципе значимости водных объектов в качестве основы жизнедеятельности человека и регулируется, исходя из представления о водном объекте как о важной составной части окружающей среды, как о природном ресурсе и, одновременно, как об объекте права собственности и иных прав. Особенностью большинства естественных и искусственных водных объектов (реки, озера, каналы, водохранилища и т. д.) является их фактическая площадь и протяженность, а также неравномерное размещение на всей территории страны. Очевидно, что наличие информации об их точном местоположении, взаимовлиянии и динамике изменений существенно влияет на качество принимаемых решений в сфере управления водным хозяйством.

Среди основных целей деятельности водохозяйственного комплекса страны можно выделить следующие:

- обеспечение мероприятий по рациональному использованию, восстановлению и охране водных объектов, предупреждению и ликвидации вредного воздействия вод;
- эксплуатацию водохранилищ и водохозяйственных систем комплексного назначения, защитных и других гидротехнических сооружений, обеспечение их безопасности;

— разработку схем комплексного использования и охраны водных ресурсов, водохозяйственных балансов и составление прогнозов состояния водных ресурсов и перспективного использования и охраны водных объектов;

— обеспечение разработки и осуществления противопаводковых мероприятий, мероприятий по проектированию и установлению водоохранных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, предотвращению загрязнения вод.

Водное хозяйство — это сфера, в которой использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса и геоинформационных технологий трудно переоценить. С помощью данных ДЗЗ и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи, в том числе такие как:

— инвентаризация водохранилищ и других водных объектов; — постоянные наблюдения за состоянием дамб и других водозащитных и гидротехнических сооружений;

— оценка экологического состояния водных объектов, в том числе выявление загрязненных в результате аварийных сбросов и разливов вредных веществ участков водоемов, выявление источников загрязнения;

— изучение русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководье; — прогнозирование и оперативный мониторинг наводнений, моделирование процессов затопления территории в результате наводнений;

— мониторинг состояния водоохранных зон, несанкционированного строительства в их пределах промышленных и жилых объектов;

— разрешение судебных споров, связанных с водопользованием и нарушениями Водного кодекса РФ;

— определение биологической продуктивности водоемов, выявление водных биоресурсов, решение рыбоводческих задач и многие другие.

Как видно из приведенного перечня задач, для их решения, в большинстве случаев, необходимо получать данные ДЗЗ из космоса постоянно, с заданным периодом наблюдений. Отдельные циклы мониторинга водных объектов можно реализовать на базе данных ДЗЗ с разных космических аппаратов (КА), отметим черты, которые должны быть присущи мониторинговой системе:

- максимально возможная (желательно ежедневная) периодичность съемки (может достигаться за счет особенностей орбиты, отклонения съемочной аппаратуры от надира, широкой полосы захвата);

- возможность осуществления съемки на заказ, когда заказчик определяет конкретный объект и дату съемки;

- наличие мультиспектральной съемочной системы для качественной оценки состояния водной массы и мониторинга водоохраной зоны.

Таким условиям в настоящее время отвечают три спутниковые системы: КА Terra и Aqua с радио метром MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) и группировка из пяти спутников RapidEye. Для решения задач экологического мониторинга крупных водных объектов вполне подходят данные, получаемые с радиометра MODIS, которые в режиме реального времени распространяются Геологической службой США в сети Интернет. Радиометр MODIS имеет 36 спектральных каналов с 12 битным радиометрическим разрешением в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах и регулярно выполняет съемку любых территорий с пространственным разрешением 250 м, 500 м и 1 км. Для решения задачи оценки качества воды наиболее информативной является сине-зеленая область спектральных каналов MODIS. Низкое пространственное разрешение ограничивает широкое применение данной системы. Она пригодна только для мониторинга крупных водоемов и масштабных процессов, происходящих в них. Лучший, на мой взгляд, выбор в плане мониторинга — использование группировки из пяти спутников RapidEye (рис.5.1), которая позволяет выполнять съемку одного и того же

района Земли с периодичностью 24 ч, покрывая ежедневно съемкой территорию площадью 4 млн км². Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение (до 5 м) и широкая полоса съемки (77 км) делают использование данных, полученных от группировки спутников RapidEye, особенно перспективными для задач мониторинга в разных отраслях, включая водное хозяйство. Съёмочные системы спутников, кроме четырех традиционных мультиспектральных каналов, располагают еще одним — «крайним красным» (0,69–0,73 мкм), что еще больше расширяет возможности применения этих снимков для мониторинга. Кроме того, высокое разрешение позволяет осуществлять мониторинг не только водной массы, но и береговых процессов, вплоть до локальных источников загрязнения.

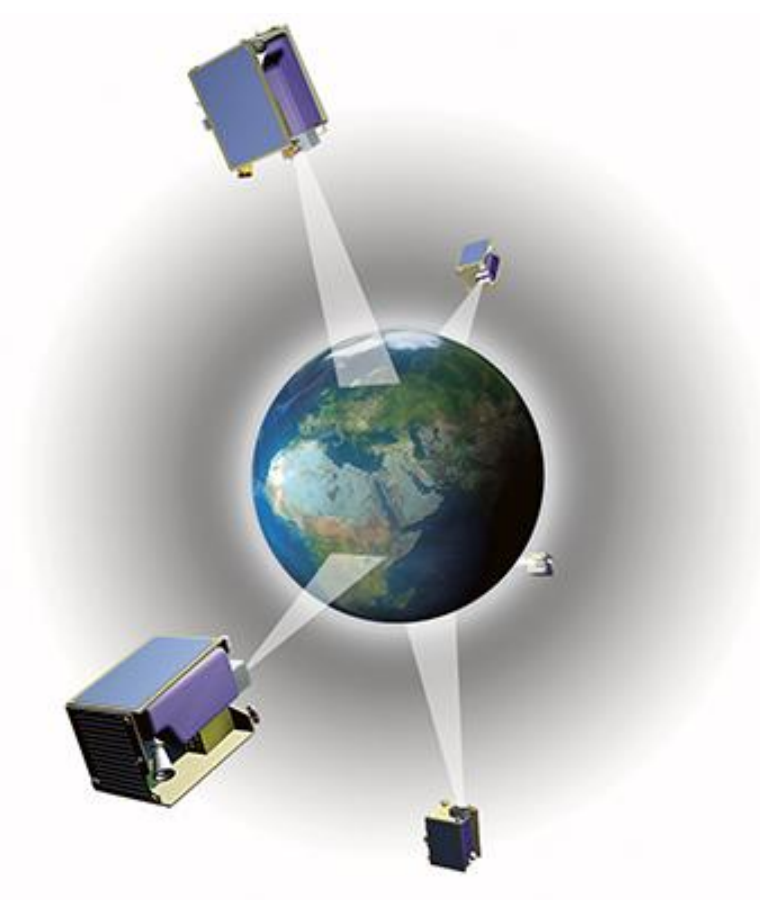


Рисунок 5.1 – Группировка из пяти спутников RapidEye.

Данные ДЗЗ RapidEye обеспечат изучение и картографирование распределения процессов эвтрофирования и распространения механического загрязнения, а также мониторинг состояния водоохраной зоны. Цифровые модели местности SRTM позволят изучить процессы, происходящие в пределах водосборного бассейна, обеспечивающего водохранилище, послужат базой для картографирования стока, развития овражной эрозии, определения рисков заиления, засоления водоема и т. д. Остановимся подробнее на использовании данных ДЗЗ из космоса при решении задач, представляющих, на мой взгляд, наибольший интерес. Инвентаризация водохранилищ и других водных объектов, мониторинг изменения их границ

Дешифрирование космических снимков с целью локализации водных объектов обеспечивает точное проведение границ раздела «вода — суша». Это достигается за счет использования некоторых особенностей отображения водной поверхности на снимках. Вот несколько примеров. В видимом диапазоне спектра вода имеет более высокий коэффициент поглощения, а значит, на дневных снимках водные поверхности темнее, чем суша. В ближнем инфракрасном диапазоне отражательная способность воды ниже, чем в видимом, поэтому индекс вегетации NDVI для воды имеет отрицательные значения. Традиционно береговые линии водоемов определялись однократно в меженный период при обновлении картографической продукции. Космическая съемка позволяет не просто выполнить разовое установление границы водоема, но и осуществлять регулярное определение положения береговой линии водохранилищ и других водных объектов, отслеживать все изменения конфигурации водного зеркала с заданной степенью периодичности.

Серьезный интерес представляет также использование данных со спутников сверхвысокого разрешения нового поколения, например, с WorldView1, WorldView2, GeoEye1 и др. Эти данные могут использоваться как для инвентаризации в масштабах 1:5000–1:10 000, так и для определения динамики меандрирования рек и тенденций плановых переформирований

русловых мезоформ при проектировании и эксплуатации подводных трубопроводов и других объектов. В результате сопоставления данных ДЗЗ разных лет выявляются опасные для таких объектов русловые процессы. Мониторинг состояния водозащитных и гидротехнических сооружений, водоохраных зон и выявление источников загрязнения. Задачи, включенные в данную категорию, объединяет преимущественное использование для их эффективного решения космических снимков сверхвысокого разрешения (не меньше 1 м на местности). Данные ДЗЗ из космоса позволяют оценивать техническое состояние сооружений, проектировать новые объекты. Особенно перспективно применение таких данных для протяженных объектов как при строительстве, так и при эксплуатации, например, водоохраных дамб, гидротехнических сооружений в труднодоступных районах и т. д. Немаловажное значение имеет постоянный оперативный мониторинг состояния дамб и плотин с целью своевременного выявления начинающихся процессов их эрозионного размыва, ветрового разрушения, образования каверн в результате развития карстовых, термокарстовых процессов, физического и химического выветривания. Наконец, по космическим снимкам сверхвысокого разрешения можно наиболее уверенно выявить даже незначительные источники загрязнения в водоохраных зонах и непосредственной близости от них.

В совокупности с информацией о площадных антропогенных воздействиях в рамках водосборного бассейна (распашка, выпас скота, мелиорация, рекреация, вырубка лесов и т. п.), которую можно обнаружить на снимках с более низким разрешением (2,5–15 м), обеспечивается получение объективной интегрированной картины состояния водосбора и водоохраной зоны, а также появляется возможность осуществлять прогнозы и планировать природоохранные мероприятия. Мониторинг состояния водной массы, в том числе оценка степени механического, химического, биологического и теплового загрязнения акваторий. Важным направлением применения данных ДЗЗ из космоса является мониторинг экологического

состояния водных объектов. Технология такого мониторинга включает предварительную обработку космических снимков (радиометрическую калибровку, атмосферную коррекцию) и их автоматизированное дешифрирование (спектральные классификации, вычисление индексов, автоматическую векторизацию).

Результаты дешифрирования оформляются в виде серий оперативных тематических карт и становятся информационной базой специализированных геоинформационных систем. Экологическое состояние водного объекта характеризуется рядом признаков, которые лучше или хуже проявляют себя на космических снимках. Здесь наиболее перспективны мультиспектральные снимки, по которым хорошо выявляются и количественно измеряются объемы механических взвесей и биогенных элементов. Для большинства водохранилищ актуальна проблема ухудшения свойств воды в результате эвтрофирования — резкого повышения биологической продуктивности зеленых водорослей (чаще всего антропогенно спровоцированного), приводящего к негативным последствиям для всей экосистемы водоема. Выявить наличие этого процесса и его стадии развития можно, изучая изменения спектральных характеристик на серии мультиспектральных снимков. Выборочные полевые исследования, проводимые на акватории, позволяют беспрепятственно перейти к численным показателям объема взвешенных частиц как в случае механического, так и биологического загрязнения. Довольно часто возникает вопрос: можно ли по космическим снимкам определять химический состав водоема, оценивать содержание того или иного вещества в воде? Напрямую, на основе современной аппаратной и алгоритмической базы данных ДЗЗ — нельзя. Другое дело, когда речь идет о косвенных определениях, интерполяции. Здесь широкое поле для экспериментов: вышеописанное биологическое загрязнение водоемов обусловлено накоплением в водной массе соединений, так называемых биогенных веществ (соединений фосфора и азота), и само становится фактором резкого снижения содержания кислорода в воде, повышения pH,

выпадения в осадок карбоната кальция, гидроокиси магния. Естественно, что содержание этих веществ имеет прямую или обратную пространственную корреляцию с объемом биологической взвеси и на основе выборочного отбора проб на химический анализ может быть оценено и зафиксировано картографическими методами по всей акватории водоема. Это же относится и к соотношениям концентраций механических взвесей, попадающих в водоем из промышленного стока с содержанием техногенных химических веществ, например, микроэлементов. Зная концентрацию взвеси и типичное содержание в ней того или иного элемента (определенную путем отбора проб), можно построить карту распределения конкретного элемента в приповерхностном слое воды.

В отличие от определения уровня химического загрязнения, задача теплового мониторинга водоемов теоретически представляется предельно простой. Фиксация излученной радиации в дальней инфракрасной зоне спектра (8–13 мкм) позволяет свободно переходить к числовым значениям температуры (для большинства функционирующих на орбите съемочных систем погрешность определения температуры не превышает 1–1,5°C). Столь радужная картина быстро рассеивается при переходе от теории к практике: оказывается, на околоземной орбите функционируют лишь четыре спутника, оснащенных радиометрами, позволяющими определять температуру. Из них только три — ASTER (КА Terra), TM и TM+ (КА Landsat 5 и Landsat 7) — обладают довольно высоким пространственным разрешением (90, 120 и 60 м, соответственно). К сожалению, стратегия съемки Земли данными космическими аппаратами не позволяет считать их мониторинговыми в прямом смысле этого слова. Они не осуществляют съемку конкретных участков по требованию заказчика, а работают по системе, заданной оператором. Таким образом, нельзя гарантировать получение снимков на конкретную дату, а опыт использования снимков с этих КА показывает, что в течение года можно обеспечить лишь 3–8 кратную периодичность съемки любого интересующего объекта внутренних вод суши (с учетом облачности), что

обычно для мониторинга бывает недостаточно. Четвертый КА — с радиометром MODIS — в противоположность трем вышеперечисленным, позволяет осуществлять практически ежедневно (кроме облачных дней) тепловой мониторинг, за счет большой ширины захвата и низкого пространственного разрешения съемки (1 км на местности в тепловом диапазоне). Но низкое разрешение становится главным ограничением при использовании этих снимков для мониторинга водных объектов, позволяя осуществлять наблюдение только за крупными водоемами и выявлять наиболее существенные по масштабам изменения.

Оперативный мониторинг результатов наводнений и моделирование процессов затопления территории во время наводнений. Эта область является одним из важных направлений применения данных ДЗЗ, заслуживающих отдельного изложения. Здесь же коротко отметим, что, безусловно, мониторинг половодий можно осуществлять с применением оптикоэлектронных систем, которые были описаны выше. Однако богатый опыт, накопленный в данной сфере, показывает, что в районах наводнений практически всегда присутствует плотная облачность. Поэтому для решения этих задач предпочтительнее использовать данные с космических аппаратов, оснащенных радиолокационной аппаратурой, для которой, как известно, облачность не является помехой.

Вышеизложенные примеры, безусловно, не исчерпывают богатые возможности использования технологий ДЗЗ в сфере решения разнообразных водохозяйственных задач. Они еще раз подчеркивают несомненную перспективность использования данных ДЗЗ в этой важной сфере.

5.2 Выявление проблем на территории бассейна реки Пясины с помощью дистанционного зондирования

Важнейшими факторами ухудшения экологического состояния водных объектов на территории бассейна реки Пясины являются: сброс

загрязняющих веществ в объеме отведения загрязненных и неочищенных вод от организованных стационарных источников промышленных, жилищно-коммунальных, сельскохозяйственных объектов и др. (основные факторы – износ очистных сооружений и сетей канализации, отсутствие и (или) недостаточность эффективно работающих очистных сооружений сточных вод, прием хозяйственно-бытовой канализацией загрязненных стоков промышленных объектов).

В бассейне р. Пясины на территории Красноярского края 0,02% вод проходят очистку на очистных сооружениях. В среднем же очистки требует 45,8% от всех сбрасываемых сточных вод. Доля нормативно чистых вод составляет 54,18% от всех отводимых вод, а 21,32% вод сбрасывается без очистки.

Недостаточное применение новейших технологических мероприятий по защите подземных вод от техногенного воздействия в пределах промплощадок, шламонакопителей, отстойников, хвостохранилищ (защитные противофильтрационные экраны из гидроизоляционных материалов, предупреждающие проникновение загрязняющих веществ в недра), локализация либо ликвидация, где это возможно, существующих источников загрязнения.

В бассейне р. Пясины, на территории городского округа Норильск, находится 8 шламохранилищ и хвостохранилищ, принадлежащих ЗФ «ГМК «Норильский никель», представляющих потенциальную опасность для окружающей природной среды и водных объектов (рисунок 4.3). Планируется строительство нового Талнахского хвостохранилища, по объему превышающего 2 поля существующего хвостохранилища «Лебяжье».

Наиболее опасны отстойники медного и никелевого заводов с кислой средой и высокой токсичностью, используемые в циклах повторно-последовательного использования вод этих предприятий. Данные отстойники по кислотности имеют II класс опасности, декларации безопасности для них

не разработаны, Московское управление Норильского промышленного района Ростехнадзора наблюдение не осуществляет.

В мониторинге гидроэкологического состояния возможно применение одного из наиболее эффективных средств информационного обеспечения при решении данных проблем – использование спутниковых систем дистанционного зондирования Земли.

В работе рассматриваются техногенные катастрофы, произошедшие в 2006, 2013, 2015 г. на территории бассейна реки Пясины на реке Дадылкан. В результате этих катастроф берег на снимках окрасился в красный цвет и ширина окрашенной полосы достигает 22 м (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – Окрашенная береговая линия.

Выделим в особенности одну из них, в результате прорыва пульпопровода в 2015 г. река Далдыкан в г. Норильске окрасилась в красный цвет. О данной катастрофе писали отечественные и зарубежные СМИ.

«NASA: река под Норильском краснеет уже не первый раз»

16 сентября 2016

Специалисты NASA выложили сделанные в разные годы спутниковые снимки реки Далдыкан под Норильском, на которых видно, что ее окрашивание в красный цвет, взбудоражившее российскую общественность в начале сентября, происходит уже не в первый раз.

Также агентство приводит комментарий исследователя из Кембриджского университета Гарета Риса, который был под Норильском в середине 1990-х годов и своими глазами видел красный Далдыкан.



«Река в Норильске окрасилась в красный цвет»



В сообщении министерства природных ресурсов и экологии РФ говорится, что причиной загрязнения воды, по предварительным данным, стала авария на предприятии «Норильского никеля», сообщает РИА Новости.

Изображения космических снимков демонстрирующие ситуацию получены со спутника Landsat-8.

Landsat-8 – это американский спутник ДДЗ, выведен на орбиту 11.02.2013 года; оператор NASA; интервал повторения 16 суток; высота орбиты 705 км. Одним из основных плюсов данного спутника – бесплатное распространение изображений. Рассмотрим серию снимков за разные промежутки времени реки Далдыкан.



Рисунок 5.3 – река Дадылкан до прорыва пульпопровода.

Дата: 24.07.2015; Высота над уровнем моря: 155 м; Обзор с высоты: 1,155км.



Рисунок 5.4 – Снимок № 1 после прорыва пульпопровода.

Дата: 10.08.2015; Высота над уровнем моря: 157 м; Обзор с высоты: 1,24 км.



Рисунок 5.5 - Снимок № 2 после прорыва пульпопровода.

Дата: 26.08.2015; Высота над уровнем моря: 157 м; Обзор с высоты: 1,24 км.



Рисунок 5.6 – река Дадылкан через год после аварии.

Дата:09.07.2016; Высота над уровнем моря: 157 м; Обзор с высоты: 1,24 км.

На сегодняшний день проблема безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений в регионе не решена, что видно на примере шламохранилища «Лебяжье» (рис. 5.7)



Рисунок 5.7 – Шламохранилище №1 с подводным пульпопроводом.

Из снимка видно, что от пульпопровода отходят красные потоки, это может свидетельствовать об изношенности и недостаточном техническом обеспечении.

Заключение

Особенностью бассейна р. Пясины является неравномерное рассредоточение урбанизированных территорий. Урбанизированная территория с сосредоточением крупного промышленного узла (городской округ Норильск), является очагом локального массивного воздействия на водные объекты. Проявления интенсивной хозяйственной деятельности уже в настоящее время наносят непоправимый ущерб природной среде, включая водные объекты.

В результате оценки экологического состояния водных объектов установлено, что качество воды в большинстве водных объектов, протекающих по территории городского округа Норильск, является неудовлетворительным.

Предоставлены и проанализированы космические снимки р. Далдыкан на примере одной из техногенных катастроф произошедших в регионе в 2015 году. В результате прорыва пульпопровода.

Применение космических снимков в гидроэкологическом мониторинге позволяет:

- 1) одновременно охватывать обширные пространства;
- 2) изучать труднодоступны территории;
- 3) фиксировать состояния объектов в разные моменты времени и возможность прослеживания их динамики.

Развитие методик применения космических снимков в экологическом мониторинге актуально и имеет практическую значимость в решении вопросов по охране вод.

Реализация всех этих принципов возможна при включении в систему экологического мониторинга трех обязательных структурных элементов:

1. Использование в сочетании со всеми другими видами информации современной космической съемки. На сегодняшний день космическая съемка является надежным, подробным, регулярным, актуальным источником информации о большинстве объектов, явлений, процессов на поверхности

Земли. Главное качество данных, получаемых путем космической съемки, — их достоверность, объективность, независимость от любых субъективных факторов. Таким образом, космические снимки в сочетании со всеми другими видами информации могут обеспечить реализацию большинства из приведенных выше принципов.

2. Разработка и внедрение автоматизированных программно-технологических комплексов (АПТК), обеспечивающих автоматизированную обработку, дешифрирование космических снимков, выполнение анализа получаемой информации, ее синтез со всеми другими видами информации. Такие комплексы обеспечат максимальную достоверность, воспроизводимость результатов мониторинга, точность интерпретации космических снимков одновременно с обеспечением высокой производительности системы мониторинга, максимальной оперативности получаемых результатов для обеспечения управленческих решений, формирования общественного мнения.

3. Создание единого распределенного геоинформационного ресурса (геопортала), базирующегося на материалах, полученных путем дистанционного зондирования Земли из космоса и интегрирующего в себе все другие виды информации, располагающего программными средствами и интерфейсами для максимально доступного, удобного отображения информации в целях принятия управленческих решений, аналитическими функциями, инструментами оперативной оценки экономического и экологического ущерба. С высоты космического полета можно визуально охватить огромные пространства Земли, на которых заметны самые крупные особенности природной обстановки. По космическим снимкам удастся изучать изменения природных условий в результате природных катастрофических процессов или деятельности человека.

Список используемой литературы

1. Сбитякова Д.П. Гидроэкологические проблемы бассейна р. Пясины и возможные пути их решения. Выпускная квалификационная работа (ВКР). Бакалаврская работа. Направление 05.03.05 Прикладная гидрология. Кафедра Гидрометрии. Руководитель Саноцкая Н. А. Санкт Петербург РГГМУ [б/и] 26 июня 2017 г. Доступ по ссылке: <http://elib.rshu.ru/>
2. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию Верхней и Средней Оби. Вып. 6, ч. 2.-М.: Мир науки, культуры, образования, 2010 г.– 305 с.
3. Сикорский Н.Н. Горные озера Пutorана. Вып. Дудинка. - Тюмень: Музейный вестник, 2002 г. – 210 с.
4. Справочник по климату СССР. Вып. 21. – Л.: Гидрометеиздат, 1969 г. – 402 с.
5. НИИ гидрометеорологической информации. ВНИИГМИ-МЦД. Доступ по ссылке: <http://meteo.ru>.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР. Вып. 1. Енисей, Том 16. Ангара-Енисейский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1972 г. – 450 с.
7. Государственный гидрологический институт. <http://hydrology.ru>.
8. Пряжинская В.Г. Методы оценки эффективности мер по охране вод на речных водосборах. Саранск: Водное хозяйство России, 2010 г. – 128 с.
9. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990 г. – 637 с.
10. Толстов В.А. Летопись Норильска: Популярная энциклопедия. – Норильск: АПЕКС, 2007 г. – 448 с.
11. Алекин О.А. Основы гидрохимии. -Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1970 г. -444с.
12. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. – М.: Мысль, 1978 г. – 512 с.
13. Орлов В.Г. Контроль качества поверхностных вод. – Л.: Политехнический институт, 1988 г. – 140 с.

14. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. – М.: Мир, 1995 г. – 293 с.
15. Денисов В.В. Неведомый Норильск. – Норильск: АПЕКС, 2007 г. – 416 с.
16. Исаченко А.Г. Экологическая география России. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2001 г. – 328 с.