

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ХИМИИ  
Кафедра географии и методики обучения географии

Головнина Наталья Александровна  
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СЕВЕРНЫЕ ТЕРРИТОРИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ВЛИЯНИЯ ЗФ ПАО «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»)

по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

направленность (профиль) образовательной программы Геоэкология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ  
И.о. зав. кафедрой географии и методики  
обучения географии, Ph.D., доцент  
«16» мая 2017 г.

\_\_\_\_\_ Л.А. Дорофеева  
(подпись)

Руководитель

\_\_\_\_\_ к.г.н., доцент Мельниченко Т.Н.  
(ученая степень, ученое звание, фамилия, инициалы)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся Головнина Н.А.  
(фамилия, инициалы)

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_  
(прописью)

Красноярск  
2017

## Содержание

Введение	3
1. ЛАНДШАФТЫ СУБАРКТИКИ	5
1.1 Особенности функционирования северных ландшафтов	5
1.2. Природные особенности Норильского промышленного района	12
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА	24
2.1. Общая характеристика предприятия	24
2.2. История формирования Норильского промышленного района	28
3. ВОЗДЕЙСТВИЕ НОРИЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА НА СЕВЕРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ	34
3.1. Система мониторинга атмосферного воздуха и уровень его загрязнения	34
3.2 Загрязнение поверхностных и подземных вод	39
3.3 Отходы предприятия и влияние их на почву	43
3.4 Влияние предприятия на биоту	46
3.5 Влияние на здоровье населения	55
3.6 Экологическая политика и развитие системы экологического менеджмента	57
Заключение	62
Библиографический список	64

## **Введение**

**Актуальность.** Загрязнение окружающей среды отраслями промышленности, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, является наиболее острой экологической проблемой, имеющей важное социальное и экономическое значение. В силу суровых климатических условий природные системы Севера оказались уязвимыми, неустойчивыми по отношению к техногенным формам антропогенного воздействия, что обусловлено медленным протеканием их восстановительных процессов.

Наиболее интенсивными загрязнителями являются предприятия тяжелой промышленности и металлургической отрасли. По уровню выбросов вредных веществ в атмосферу и водоемы, образованию твердых отходов металлургия превосходит все сырьевые отрасли промышленности, создавая высокую экологическую опасность ее производства и повышенную социальную напряженность в районах действия металлургических предприятий. Горнодобывающая отрасль в результате своей деятельности оставляет после себя отходы горных пород и остатки различных химических веществ, которые при извлечении из недр земли участвуют в различных химических реакциях.

ПАО «ГМК «Норильский никель» является одной из ведущих горно-металлургических компаний мира и осуществляет весь комплекс хозяйственной деятельности от геологоразведочных работ, добычи, производства цветных металлов до сбыта готовой продукции и является градообразующим для города Норильска и главной причиной для объявления г. Норильска зоной экологического бедствия.

**Цель:** изучить влияние деятельности ЗФ ПАО «Норильский никель» на ландшафты Субарктики.

**Задачи:**

1. Изучить ландшафты Субарктики на предмет экологической устойчивости к неблагоприятным воздействиям.

2. Дать физико-географическую характеристику и экологическое состояние Норильского промышленного района.
3. Выявить основные направления экологической политики предприятия.

**Объект исследования:** ЗФ ПАО «Норильский никель».

**Предмет исследования:** ландшафты Субарктики.

**Научная новизна:** проведен анализ статистических данных за последние несколько лет по выбросам ЗФ ПАО «Норильский никель», его воздействию на окружающую среду. Весь статистический материал переработан и представлен графически.

**Практическая значимость.** Тема работы была представлена в виде доклада на конференции «География и геоэкология на службе науки и инновационного образования», посвященной 85-летию КГПУ им. В.П. Астафьева. По результатам работы написана и опубликована статья в сборнике конференции.

**Методы:** статистический, дистанционный, картографический, анализ нормативно-правовой базы.

# 1. ЛАНДШАФТЫ СУБАРКТИКИ

## 1.1 Особенности функционирования северных ландшафтов

Естественная динамика ландшафтов – это совокупность природных механизмов, обеспечивающих естественное самоподдержание на протяжении длительного времени.

Изменчивость ландшафтов имеет разную природу, обусловлена многими причинами и выражается в принципиально различных формах. Все изменения в ландшафтах классик отечественной географии Л.С.Берг предлагал разделять на обратимые и необратимые. К первым он относил сезонные смены, а также изменения неперiodического катастрофического природного характера (пожары, например), после которых ландшафт восстанавливается, тем не менее, до исходного состояния.

При необратимых изменениях ландшафт уже не возвращается к прежнему состоянию, а изменяется, эволюционирует в определенном направлении. Таким образом, обратимые изменения, не приводящие к качественной трансформации ландшафта, совершающиеся в рамках одного инварианта, образуют его динамику, тогда как необратимые смены составляют сущность его развития.

Под устойчивостью ландшафтов подразумевается их способность сохранять структуру при воздействии возмущающих факторов или возвращаться в прежнее состояние после нарушения.

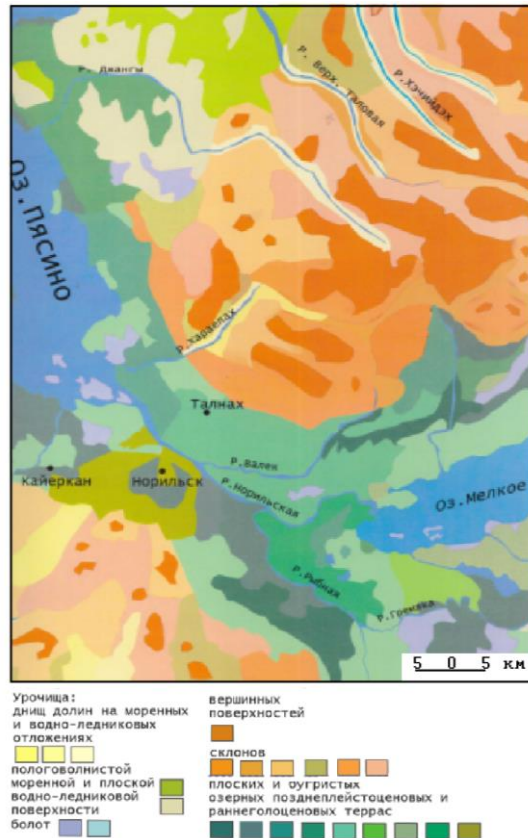
Солнцева Н.П. предложила устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам назвать устойчивостью 1-го рода (устойчивость – противостояние), а способность к восстановлению нормального функционирования – как устойчивость 2-го рода (устойчивость – нормализация). Развивая представление об устойчивости природных систем, Н.П.Солнцева рассматривает устойчивость как особое специфическое свойство природных систем, определяющее характер их функционирования во времени [15].

Голованов А.И., Кожанов Е.С., Сухарев Ю.И. в своем учебном пособии «Ландшафтоведение» (2005) дали следующее понятие устойчивости: «Устойчивость» – способность системы сохранять свои параметры при воздействии или возвращаться в прежнее состояние после нарушения структуры. Ландшафт, как любая геосистема, обладает устойчивостью в допустимых пределах, которые пока еще не установлены, а механизм устойчивости полностью еще не изучен. Устойчивость – не статическое состояние системы, а колебания вокруг некоторого среднего состояния. Чем шире природный диапазон состояний ландшафта, тем меньше вероятность необратимой трансформации после возмущающих воздействий [5].

Под экологической уязвимостью понимается интегральный геоэкологический показатель состояния природных систем, отражающий возможность изменения компонентов экосистемы в результате внешних воздействий, приводящих к нарушению ее структуры и функционирования.

Экологическая уязвимость – это степень зависимости экосистемы от внешних воздействий, неспособность им противостоять. По-иному экологическую уязвимость можно определить как вероятность неблагоприятных изменений среды обитания, связанных с приложением внешних сил

В связи с тем, что в северных регионах ведущим ландшафтообразующим фактором является криогенез, восстановление или стабилизация природных комплексов полностью определяются свойствами многомерзлотных пород (ММП). Поэтому устойчивость мерзлотных ландшафтов зависит от многих факторов и, в первую очередь, от льдистости поверхностных отложений - основной причины ранимости и уязвимости северных ландшафтов. Также устойчивость зависит от изменчивости температуры мерзлых пород, мощности сезонно-талого (СТС) и сезонномерзлого слоев (СМС) и рыхлых отложений, т.е. литогенных факторов (рис1).



*Рис.1 Ландшафты Норильского района*

Оценка устойчивости мерзлотных ландшафтов основывается на потенциальной возможности развития криогенных деформаций грунта при нарушении почвы или удалении растительного покрова [7]. Средняя годовая температура многолетнемерзлых пород связана с устойчивостью прямо пропорционально, а мощности рыхлых отложений – обратно пропорциональна [6].

Для оценки устойчивости имеет значение и характер распространения многолетнемерзлых пород – сплошной, прерывистый, островной. Экосистемы Севера, где лимитирующим фактором выступает тепло, а многие биологические процессы замедлены и характеризуются низкой восстановительной способностью и ранимостью. В связи с этим устойчивость мерзлотных ландшафтов зависит также от климатических, гидрологических и биологических факторов – показателей тепло- и влагообеспеченности, зависящих от радиационного и водного балансов и биологической продуктивности.

Динамичность природы Субарктики, ее чуткость даже к небольшим отклонениям, неустойчивость – все это обусловлено в конечном счете ее климатическими особенностями, которые в свою очередь зависят от высокоширотного положения Субарктики, близости многих компонентов природы, а значит, и экосистем к критическим параметрам.

Большая льдистость грунтов Субарктики обуславливает термокарст, т. е. протаивание льдов и оседание поверхности или даже провалы в зависимости от обилия льдов и характера их протаивания [9].

Термокарст возникает обычно там, где глубина сезонного летнего протаивания превосходит ранее установившуюся и достигает подземных льдов или сильно льдистых пород (рис.2).

Основная причина, вызывающая термокарст – увеличение глубины сезонного протаивания и захват при этом льдистой породы или льдов.



*Рис.2. Термокарстовые озера на территории Норильска.*

Наиболее распространенными термокарстовыми формами являются: термокарстовые озера, западины (заболоченные и сухие), байджарахи. Если на эти естественные процессы накладываются факторы техногенного, т. е. обусловленного человеком, потепления, то в Субарктике это ведет нередко к катастрофическим последствиям: провалы и разрушения дорог, зданий,



образование термокарстовых озер и погружение в эти озера зданий, дорог, мостов, телеграфных столбов и т. п. [2].

Уничтожение растительного покрова в результате хозяйственного освоения территории в Субарктике вызывает еще более интенсивное проявление термокарста. Много подтверждений этому дает так называемая «Мертвая» железная дорога, проложенная на севере Западной Сибири, от Салехарда на восток до реки Правая Хетта (рис.1).

Строилась она с 1949 г. по 1953 г. по облегченным техническим условиям. В законсервированном состоянии без ремонта она находится более 20 лет [9].

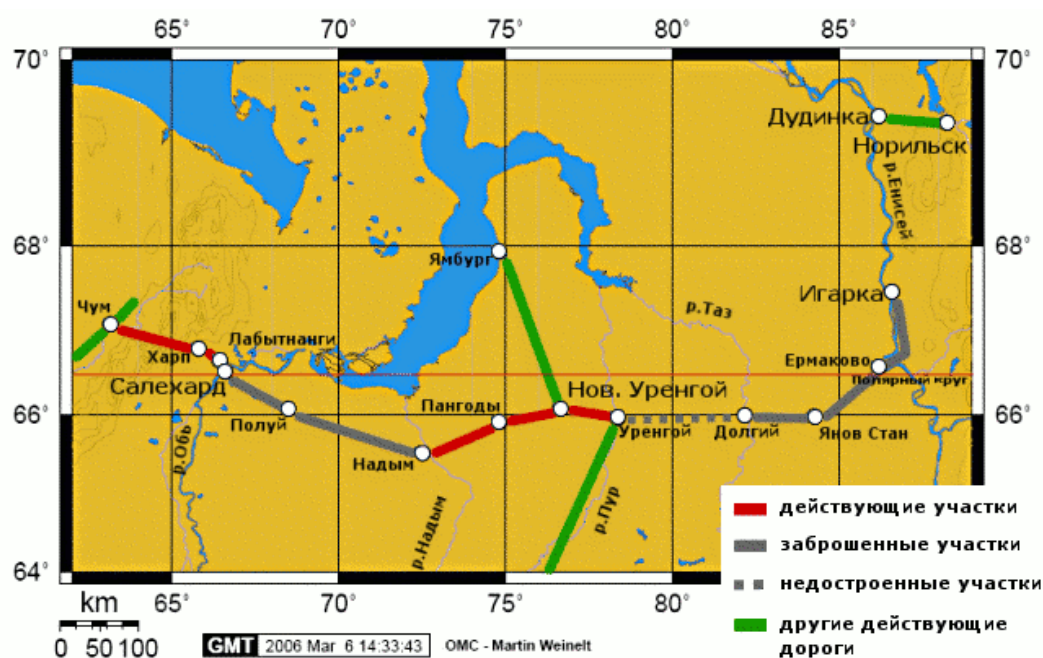


Рис. 3. Трансполярная магистраль [35].

Вдоль всей дороги полосой в несколько сотен метров был нарушен или полностью уничтожен растительный покров, что привело к резкому изменению условий теплообмена между почвенно-грунтовыми комплексами и атмосферой на этой полосе. Создание построек, насыпей или выемок обусловило перераспределение снегового покрова, что тоже способствовало изменению процессов промерзания и оттаивания. В отдельных местах

происходило сильное прогревание грунтов вследствие зачернения поверхности смазочными материалами и, особенно, из-за разжигания костров. В тех местах, где были созданы насыпи, произошло поднятие верхней границы мерзлых грунтов. При высоте насыпи 2,0-2,5 м мерзлота поднялась под насыпью на 0,3-0,5 м. В ряде мест это затруднило сток воды и привело к образованию цепочки подпрудных (не термокарстовых) озер глубиной 1-3 м, под которыми стали формироваться небольшие талики. Все это вместе взятое вызвало возникновение пучений, просадок и термокарстовых озер, расширение подпрудных озер, в результате чего полотно дороги изуродовано, во многих местах оно даже ушло под воду термокарстовых озер или было засыпано песками (рис.4). Некоторые здания тоже ушли под воду. Процессы термокарста и расширения озер продолжаются. Отсыпанное полотно дороги расплывается и как бы оседает, в некоторых местах оно вспучивается [20].



*Рис.4. Зброшенний участок трансполярной магістралі [39].*

В условиях Субарктики с ее вечномёрзлыми грунтами гусеничный транспорт наносит большой вред северным экосистемам. При геологических, геофизических и других разведочных работах необходимо применять машины, приспособленные для условий севера, – на больших

подушкообразных шипах, оказывающих слабое давление на грунт и не разрушающих почвенно-растительный покров [25].

Для районов Субарктики, где глинистые, суглинистые, супесчаные грунты находятся в мерзлом состоянии и пронизаны льдами, эти меры не годятся. Более или менее постоянных грунтовых дорог в таких районах не может быть. После нескольких поездок по одному и тому же месту дороги приходится оставлять и передвигаться в сторону [13].

Известны и такие случаи, когда изыскатели и строители не учитывали прямой и непосредственной зависимости между сетью полигонов на поверхности земли и наличием ледяных жил в подстилающем грунте. Это приводило к тому, что в результате вытаивания льдов участок, на котором строился поселок, превращался в болото с провальными воронками и глубокими каналами.

Устойчивость воздействию антропогенных факторов

Глубина антропогенного изменения (или преобразования) ландшафта зависит как от устойчивости природного комплекса, так и от характера и интенсивности техногенного воздействия.

Предварительная оценка территорий природного территориального комплекса (ПТК), стоящая на изучении ландшафтно-мерзлых условий, в особенности мерзлотно-геологических процессов является как оценкой степени реакции ПТК на нарушения, или их устойчивости. Такая оценка необходима для проведения первоочередных изысканий под технико-экономическое обоснование планируемых инженерных сооружений.

Характеристики градаций ПТК:

Слабочувствительные ПТК. При удалении почвенно-растительного покрова существенные изменения в структуре ПТК не наблюдаются, т.е. подобного рода нарушения не вызывают прогрессирующих мерзлотно-геологических процессов. Вероятность просадки при проявлении термокарста до 1 м. Встречаются явления единичного распространения, не связанные с нарушением биоты, такие, как многолетнее пучение до 5м,

суффозионная просадка до 8 – 12 м. Вызываемые процессы быстро локализируются. Невосстановленные ПТК пространственно очень ограничены. Все это определяется отсутствием крупных залежеобразующих и малым содержанием текстурообразующих льдов в рыхлой и коренной основах.

Среднечувствительные ПТК. Нарушение биоты приводит к существенным изменениям структуры ПТК. Мерзлотно-геологические процессы протекают более интенсивно и могут быть необратимы. По площади их встречаемость заметно увеличивается. Термокарст приводит к просадке до 2 м. Солифлюкция, подвижка курумов интенсифицируется. В целом изменение структуры ПТК при нарушении носит локальный характер. Литогенная основа содержит в основном лед текстурообразующий и, местами – небольшие залежи льда.

Сильночувствительные ПТК. Для этих комплексов характерны весьма существенные изменения в их структуре вплоть до образования новых ПТК. Вызываемые процессы, связанные с вытаиванием сильнольдистых пород, после нарушения отличаются активностью, имеют прогрессирующий, порой катастрофический характер развития. При озерном термокарсте наибольшая просадка грунтов составляет 3-6 м. Площадное развитие приобретает сезонное пучение высотой до 0,5 м. Активизируется линейная эрозия с образованием оврагов глубиной до 2 м. Солифлюкция, спływ грунтов быстротечны. Интенсифицируется скорость подвижки курумов. Перестройка ПТК распространяется на все новые площади, захватывая даже нарушенные участки .

## **1.2. Природные особенности Норильского промышленного района**

**Географическое положение.** Норильский промышленный район (НПР), расположен в северной части Красноярского края, к югу от Таймырского полуострова, в зоне лесотундры на многолетнемёрзлых породах, вблизи оз. Пясино и Норильских гор Путорана (географические координаты 69°10' - 69°40' с.ш., 87° 30' - 88°40' в.д.).

Район административно входит в состав Таймырского автономного округа и занимает территорию около 2600 кв. км. В состав НПР входит город Норильск с включёнными в его состав районами Талнах и Кайеркан, жилое образование Оганер и посёлок Снежногорск (рис.5) [30]. Город Дудинка в НПР не входит, однако неразрывно связан с ним, выполняя функцию морского и речного порта для всех предприятий района [36].



*Рис.5. Спутниковая карта Норильска [31].*

**Геологическое строение.** Норильский промышленный район расположен в северо-западной части Сибирской платформы, в краевой части одной из наиболее крупных структур чехла – Тунгусской синеклизы. Последняя с севера и северо-запада обрамляется региональным Енисей-Хатангским мезо-кайнозойским прогибом, являющимся естественной южной границей распространения складчато-покровных образований полуострова Таймыр и архипелага Северная Земля. На их сочленении выделяют переходную Приенисейскую область краевых поднятий и впадин, относимую в данное время к Игарско-Норильской палеорифтогенной системе, в пределах которой и локализованы основные рудные узлы и рудопроявления. Зона состоит из следующих основных структурных элементов: Норильской,

Вологочанской, Хараелахской, Иконской и Имангдинской мульды, выполненных вулканогенно-осадочными отложениями верхнепермско-нижнетриасового возраста, Хантайско-Рыбнинского вала и Пясинского поднятия, сложенных палеозойскими осадочными породами. Заложение структур относят к началу палеозоя, окончание формирования – к концу нижнего триаса [10,11].

Игарско-Норильская палеорифтогенная система является частью блока земной коры, не характерной для платформ, имеющей повышенную подвижность на протяжении всей истории развития со свойственной рифтогенным системам глубинной структурой. Этот блок отделен глубинными разломами от Тунгусского и Таймырского блоков, имеющих обычное платформенное строение. Для него характерны высокоградиентные прогибы в фундаменте, выполненные мощными (до 15 км) осадочно-вулканогенными толщами, горсто-грабенное строение и большая плотность разломов, повышенная мощность «базальтового» слоя, значительный объем извергнутого мантийного вещества, присутствие промежуточного слоя между корой и мантией со скоростью продольных волн  $V_p=7,3$  км/с. Этот блок под Норильским районом находится на глубине 35 км.

В границах Норильского региона неоднократно возобновлялось рифтообразование. Главная его фаза относится к рифею, не исключено, к раннему протерозою, когда накапливались грубые вулканогенно-терригенные отложения начальных стадий рифтогенеза, вызвавшего на поздней стадии разряжение магматических очагов с образованием мощной (более 3 км) толщи толеитовых, пикритоидных и трахибазальтовых формаций, вскрытых в Игарском поднятии.

Сводово-глыбовые движения, охватившие Западносибирскую низменность, сопровождались дроблением и вдоль Хантайско-Рыбнинского поднятия (Норильский район) с образованием Нижнетунгусского присводового прогиба, выполненного угленосной формацией с зональностью углей, свойственной активизированным мезозойским структурам юго-

востока Сибирской платформы. После позднепалеозойского сжатия и образования надвигов в раннем триасе происходит реактивизация рифтового процесса, способствовавшего интенсивной магматической деятельности в связи с высокой раздробленностью и проницаемостью литосферы, унаследованной со времени образования протерозойского палеорифта.

В результате растяжения в триасе в Енисей-Хатангском рифтогенном прогибе (блоке, смежном с Норильским), расположенным к северо-западу от него накапливались вулканогенно-осадочные формации, заполнявшие впадину (мощность которых по геофизическим данным до 5-8 км), которая служила осевой частью раннемезозойского палеорифта. В его юго-восточной части, к которой относится Норильский район, существовало сводовое поднятие, деструкции которого способствовало проявление раннетриасового рифтогенеза, охватившего также Западносибирскую плиту и южную часть Таймыра.

Рассредоточенное рифтообразование в раннем триасе в смежной (палеорифту) Путоранской области, где на огромной территории (1,5 млн. км<sup>2</sup>) происходило массивное изъятие базальтов с небольших (до 200 км) глубин мантии, сопровождалось во времени сосредоточенным рифтогенезом в Игарско-Норильской палеорифтогенной системе. Вследствии этого внедрение рудоносных интрузивов и сульфидных масс обеспечивалось постоянством геодинамического и флюидно-теплового режима, предопределивших благоприятные условия для образования сложных комплексных длительно формировавшихся платиноидно-медно-никелевых месторождений норильского типа [16].

**Геоморфологическая характеристика района.** Район исследования находится на стыке Средне-Сибирского плоскогорья и Северо-Сибирской низменности. Средне-Сибирское плоскогорье представлено в своей северо-западной части южным склоном плато Хараелах и северной частью Норильского плато. Северо-Сибирская низменность представлена своей крайней юго-западной частью и частично Норильско-Рыбнинской

межгорной впадиной. Структурно-денудационный и денудационный рельеф плато Хараелах и Норильского плато представлен участками возвышенностей и низкогорий, сложенных в основном коренными скальными породами верхней перми - нижнего триаса. Большие участки территории заняты массивами вулканогенных, реже интрузивных пород, сложенных преимущественно различными базальтами, туфами, туффитами и габброидами.

Превышение плато Хараелах над низменными участками территории в районе г.Талнаха достигает 300 м, в районе г.Норильска 200-300 м, в районе г.Кайеркана около 100м. Склоны плато, обращенные к Норильско-Рыбнинской межгорной впадине, крутые и угол наклона склонов достигает  $40 - 45^{\circ}$ . В районе г. Кайеркана (Амбарнинский водозабор) склоны (денудационные и денудационно-эрозионные) менее крутые, угол наклона склонов около  $30^{\circ}$ . Сами массивы плато сложены субгоризонтальными базальтовыми покровами различной мощности (в среднем 5-20 м), объединяющимися в группы-пачки мощностью до 40-60 м. В результате длительной (в течение палеогена и неогена) денудации и выветривания поверхности плато представляют собой фрагменты поверхностей выравнивания различного возраста, преимущественно неогенового, разделенные склонами, частично ступенчатыми (особенности выветривания базальтовых покровов).

В поверхности плато врезаны несколько переуглубленных, погребенных долин четвертичного возраста. Судя по форме долин, по их морфологии, ведущую роль в формировании переуглублений сыграли линейная эрозия и ледниковая экзарация. Линейная эрозия выразилась в том, что на первом этапе врезания водостоки использовали различные тектонические нарушения для заложения долин, а на втором этапе эти древние долины были расширены, углублены ледниковой эрозионной (экзарационной) деятельностью.



На третьем этапе эти расширенные и углубленные долины были заполнены ледниковыми, водно-ледниковыми и озерно-ледниковыми осадками при потеплении и отступании ледника. Гипсометрия днищ переуглубленных долин меняется в районе от 120 м на севере до 40 м на юге. Лучше других сохранилась сеть переуглубленных долин среднечетвертичного возраста, заложившихся в «тобольское» время.

Таким образом, переуглубленные долины рек Ергалах, Амбарной и Талнах имеют глубину до 100 м и более (максимум зафиксирован в долине р. Ергалах - 165 м, возможны отдельные локальные понижения в днищах переуглубленных долин). Ширина долин колеблется от 500-700 м до 1.5-2.0 км в зависимости от географического положения, вмещающих скальных коренных пород, наличия в местах заложения долин разрывных нарушений и некоторых других факторов. Склоны долин (погребенных их частей) средней крутизны, реже крутые. Углы наклона бортов колеблются от 10-15<sup>0</sup> до 30-35<sup>0</sup>, редко больше (до 35-40<sup>0</sup>), в среднем 15-20<sup>0</sup>. Склоны переуглубленных долин ровные, слегка вогнутые. Возможные элементы древнего террасового комплекса уничтожены ледниковой экзарационной деятельностью.

“Плечи” трогов отмечаются практически во всех долинах, в основном, в районах верхнего и среднего течений (в горной части). Склоны древних (погребенных долин) имеют полигенетическое происхождение (эрозионно-ледниково-денудационные) в различных сочетаниях формирующих агентов. Днища долин шириной 200-300 м, иногда меньше или больше. На днище каждой из описываемых долин имеется базальный горизонт древнего погребенного аллювия мощностью до 10 м, но, в большинстве случаев, (в местах пробуренных скважин) 4-6 м. Сложен этот базальный горизонт грубообломочным материалом с песчаным заполнителем. Продольные профили переуглубленных (погребенных долин) в местах водозаборов

пологие или близкие к пологим. Поперечные профили трогообразные, V образные, трапециевидные и корытообразные.

В данный момент широкие древние долины рек Амбарной, Ергалах и Талнах разрабатываются современными (одноименными) водотоками. К числу послеледниковых современных флювиальных образований относятся: современные эрозионные врезы ручьев и рек, а также ряд аккумулятивных форм - косы, поймы, пойменные и надпойменные террасы. Практически во всех долинах постоянно выдерживаются две пойменные террасы. Первая надпойменная терраса в районе месторождений подземных вод не отмечается, но возможно кое-где имеются ее фрагменты, в большинстве случаев уничтоженные или погребенные в результате техногенной деятельности. Высоты пойменных террас составляют в среднем 1-2 м и 1,5-3 м (I и II соответственно). Продольные профили современных рек крутые, невыработанные, характер течения горный, редко(в самых нижних частях участков месторождений) переходит от горного к равнинному, их долины разработаны слабо, эрозия донная, аллювий грубый. Состав аллювия: валуны, галька, гравий, реже песок. Сортировки практически нет. Окатанность грубообломочного материала различная, в основном плохая и средняя. Поперечные профили современных долин V-образные, трапециевидные, зачастую асимметричные. Врезы современных долин 3-5 м, ширина долин от 15-20 до 30-50 метров (по бровкам) [26, 35] .

**Климат.** Норильский промышленный район находится в субарктическом поясе. Тип климата резко континентальный и характеризуется отрицательной среднегодовой температурой воздуха, равной в среднем по району минус 9.8 °С. Зима длительная и суровая, продолжительность периода с отрицательными температурами составляет 240-250 дней, он длится с октября по май, причем в течение 4-5 месяцев среднемесячная температура воздуха ниже минус 20° С. Средняя температура воздуха для холодного периода колеблется в пределах минуса 17-19° С. Самый

холодный месяц - январь (до - 54 °С при средней температуре до - 30° С. Лето - короткое, холодное и дождливое. Продолжительность безморозного периода составляет 115-120 дней (с июня по сентябрь) средняя температура воздуха - 12-14 °С. Самый теплый месяц - июль (до 32° С при среднемесячной температуре 17.0-17.5° С). Таким образом, амплитуда колебаний температуры в течение года достигает 86° С .

Характерным для района является частая и резкая смена погоды, неопределенность общеустановленных сезонов. Переходные сезоны - весна, осень - непродолжительны; для них характерны резкое повышение и, соответственно, понижение температуры в течение небольшого промежутка времени (две-три недели).

Наименьшая влажность воздуха наблюдается зимой 0.2 - мб (декабрь, февраль); в июле она достигает 12.4 мб; месячный дефицит воздуха колеблется от 0.1 до 7.8 мб. Относительная влажность воздуха сравнительно низкая и в целом по району не превышает 68-78%.

Годовое количество осадков в среднем по району составляет 400-800 мм. В течение года атмосферные осадки распределяются крайне неравномерно; большая их часть (до 70%) выпадает с конца мая по конец сентября. Число дней с осадками изменяется от 143 до 195. Как правило, количество выпавших осадков существенно зависит от местоположения тех или иных участков, а также увеличивается с высотой местности. Водность года в многолетнем разрезе распределяется неравномерно в зависимости от количества ежегодно выпадающих осадков: 4 маловодных года чередуются с 1 многоводным.

Устойчивый снежный покров ложится в третьей декаде сентября и сходит в первой половине июня; продолжительность его существования 240-250 дней.

Высота снежного покрова в горной части района колеблется в пределах 0.4-0.8 м, а в ущельях, у подножий гор и в равнинной части территории может достигать 8-9 м.

Плотность снежного покрова в пределах района относительно высока и в среднем составляет - 0.3-0.5 г/см<sup>3</sup>, что объясняется мелкой структурой снежинок и сильными ветрами, способствующими уплотнению снега.

Наиболее продолжительно снежный покров удерживается в горной части района, в ущельях и на склонах северной экспозиции, где сходит в конце лета, либо не сходит совсем, формируя многолетние снежники.

Преобладающие направления ветра в зимний период - юго-восточное и восточное, в летний период - северо-восточное и северное.

Среднемесячная скорость ветра может достигать 9.4 м/с, в среднем составляя около 7 м/с, максимальная - до 30 м/с и более. Как правило, в горной части района скорость ветра значительно выше, чем на равнинах (особенно залесенных).

Полярная ночь длится с 26 ноября по 13 января, полярный день - с 20 мая по 20 июля.

Средняя многолетняя величина атмосферного давления равна 751мм.рт.ст. Амплитуда колебания месячных величин составляет 50-60мм.рт.ст., суточных - 20 мм.рт.ст.

Годовая величина испарения с водной поверхности составляет 200-300 мм.

Характерным для описываемого района является повсеместное наличие толщи многолетнемерзлых пород (ММП). Район относится к тундровому типу ландшафтов, который подразделяется на три подтипа: моховые и лишайниковые тундры, кустарниковые тундры и лесотундры. Моховые и лишайниковые тундры с кислым классом водной миграции развиты преимущественно в горной части района. Кустарниковые тундры и лесотундры с кислым глеевым классом водной миграции развиты в равнинной части района, а также в котлованах крупных озер [4, 26, 36].

**Гидрологические условия.** Норильский промышленный район расположен в зоне повсеместного распространения многолетнемерзлых пород (ММП). Наличие ММП является одним из основных факторов, определяющих особенности гидрогеологических условий, таких, как пространственное положение водоносных горизонтов, условия их питания и разгрузки, режим, взаимосвязь подмерзлотных водоносных горизонтов с водами сквозных таликов, сезонного оттаивания; поверхностными и надмерзлотными водами.

Гидрографическая сеть района, в основном, относится к бассейну оз.Пясино. Основными водными артериями района являются р.Норильская, соединяющая оз.Мелкое, расположенное восточнее описываемой территории и оз.Пясино, а также р.Рыбная, вытекающая из оз.Кета, находящегося в 80 км юго-восточнее г. Норильска и впадающая в р.Норильскую в 35 км от ее устья.

Реки второго порядка - Ергалах, Хараелах, Валек, Талнах Листвянка, Амбарная и другие впадают в указанные реки или непосредственно в оз.Пясино.

Реки юго-западной части района принадлежат к бассейну р.Енисей. Наиболее крупной из них является р. Южный Ергалах, в которую на территории района впадает р.Быстрая.

Наиболее крупным озером на территории района является оз. Пясино, расположенное в северо-западной его части.

Питание рек и озер, в основном, осуществляется за счет вод весеннего снеготаяния, летне-осенних дождей и, в меньшей степени, за счет подземных вод. Замерзание рек происходит в конце сентября - начале октября, вскрытие - в первой половине июня, в это же время вскрывается и большинство озер. Период, в течение которого реки свободны ото льда, составляет 3-4 месяца.

Расход воды в реках подвержен значительным колебаниям в течение года. Наибольший сток и наивысшие уровни воды во всех реках

наблюдаются в период весеннего паводка, который проходит в конце июня - начале июля. Второй паводок приходится на август - сентябрь, когда он вызывается многодневными дождями; наиболее отчетливо он выражен в горной части территории.

По химическому составу воды рек и озер являются преимущественно гидрокарбонатными кальциевыми, реже гидрокарбонатными кальциево-натриевыми с минерализацией от 0.03 до 0.3 г/дм<sup>3</sup>.

Гидрологические исследования в Норильском промышленном районе систематически проводятся с 1937 года (гидропост в пос. Валек на р.Норильской) . Гидропосты для наблюдения за уровнями и расходами воды оборудованы на большинстве основных водотоков и водоемов района - р. Норильская, Ергалах, Рыбная, Талнах, Амбарная, оз. Пясино и других [20, 26].

**Почвы.** Для рассматриваемой территории характерны таежные глее-мерзлотные почвы (рис.6).

Таежные глее-мерзлотные почвы формируются под кустарничково-моховой растительностью северной тайги и предтундровыми редколесьями в горных и равнинных районах мерзлотной области.

Морфологическое строение профиля:  $O_v - AO(T) - Vd_{(g)} - \perp C_{(g)}$

Профиль состоит из оторфованной подстилки  $O_v$  мощностью 2- 5 см, под которой залегает грубогумосовый горизонт  $AO$  мощностью до 10 см с высоким содержанием тонких и средних корней кустарников. Минеральный горизонт  $Vd_{(g)}$  имеет отчетливые признаки криотурбаций в виде вихривого рисунка почвенной массы и наличия фрагментов, обогащенных грубодисперсным органическим веществом и детритом растительных остатков. Возможно проявление тиксотропности переувлажненной почвенной массы. Степень проявления оглеения различна – от ярко выраженных сизых пятен с охристыми оторочками до тусклой буровато-

серой окраски. Глубина максимального протаивания не превышает 30-50 см, местами составляет 80-100см.



*Рис.б. Маломощный профиль таежной глее-мерзлотной почвы с близким подстиланием льдистой мерзлотой [32].*

Основными чертами почв и почвообразования этой области являются:

- замедленность биологических процессов;
- малая мощность почвенного профиля;
- поверхностное накопления кислого грубого гумуса, обладающего большой подвижностью;
- повышенное содержание фульвокислот в содержании гумуса;
- большое количество подвижных форм железа и частая обогащенность ими верхних горизонтов.

Для почв характерно переувлажнение и оглеение всего профиля, что связано с преобладанием осадков над испарением и наличием многолетней мерзлоты, которая выполняет роль водоупора.

Криогенные процессы проявляются в виде морозобойного растрескивания, пучения, тиксотропного течения, криогенного остроктурирования и т.д., определяют четко выраженную микрокомплексность почвенного покрова.

Также особенностью ландшафта является наличие термокарста [4,32].

**Флора и фауна.** Из деревьев наиболее распространены карликовые берёзы, полярные ивы, встречаются ели, пихты и даурские лиственницы. Растут также мхи, лишайники, мелкие кустарники. Кустарники представлены здесь вороникой, брусникой, голубикой, багульником, куропаточьей травой. Из морозоустойчивых трав произрастают одуванчики, лютики, полярный мак, пушица, мятлик и лисохвост.

Животный мир представлен таким видовым составом как, горностаи, россомаха, соболь, песец, северный олень, лемминги, землеройки.

Большое разнообразие перелётных, водоплавающих и малых, селящихся в кустарниках, птиц (гуси, утки, гагары, белые куропатки, полярные совы, и др.) [24]

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА**

### **2.1. Общая характеристика предприятия**

«Норильский никель» — российская горно-металлургическая компания. В настоящее время «Норильский никель» объединяет группу предприятий, возглавляемую публичным акционерным обществом «Горно-металлургическая компания «Норильский никель»» (ПАО «ГМК «Норильский никель»»). Ранее основная часть современного «Норильского никеля» была известна как «Норильский горно-металлургический комбинат им. А.П. Завенягина».

Основными видами деятельности предприятий Группы являются:

-поиск, разведка, добыча, обогащение и переработка полезных ископаемых

-производство, реализация и маркетинг цветных и драгоценных металлов.

В российском производстве цветных металлов доля «Норильского никеля» составляет 90% по никелю, 97% по кобальту, 52% по меди, 94% по металлам платиновой группы, а в мировом производстве 20% по никелю, 3% по меди, 11% по кобальту, 13% по платине, 49% по палладию.



Заполярный филиал находится на Таймырском полуострове (Красноярский край), за Полярным кругом. Транспортное сообщение филиала с поставщиками и покупателями осуществляется по реке Енисей и Северному морскому пути, а также авиасообщением ( рис.7).

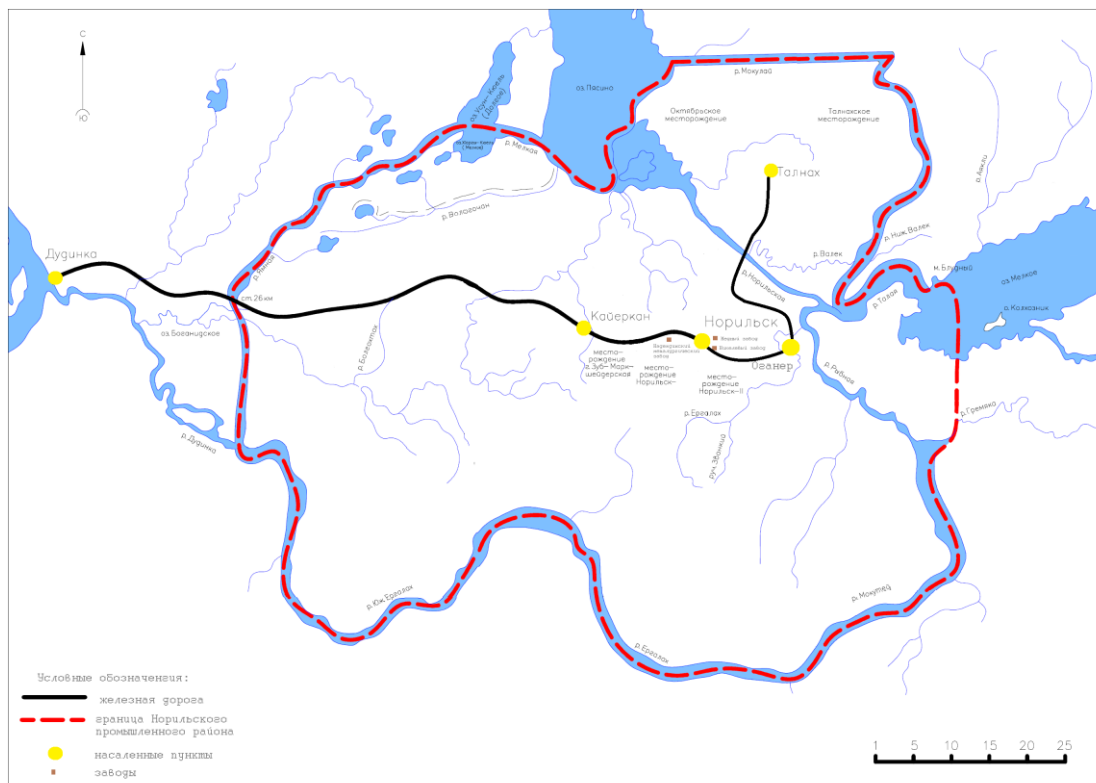


Рис.7. Схема Норильского промышленного района [27].

На базе Норильской группы месторождений развивается самый северный в мире крупный территориально-промышленный комплекс.

В состав Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель» входят:

1. Рудник «Комсомольский» (шахта «Комсомольская», шахта «Маяк», шахта «Скалистая»).
2. Рудник «Кайерканский» (шахта «Известняков», шахта «Ангидрит», карьер «Скальный», карьер «Кайерканский»).
3. Рудник «Заполярный» (шахта, карьер).
4. Рудник "Октябрьский".
5. Рудник "Таймырский".

6. Производственное объединение обогатительных фабрик (Норильская обогатительная фабрика и Талнахская обогатительная фабрика).

7. Никелевый завод (агломерационный цех, плавильный цех, обжиговый цех, цех электролиза никеля, хлоро-кобальтовый цех).

8. Медный завод (сушильный цех, плавильный цех, цех электролиза, металлургический цех, цех обеспечения основного производства).

9. Надеждинский металлургический завод (Плавильный цех №1, Плавильный цех, Цех производства элементарной серы №1, Цех подготовки сырья и шихты, Цех обезвоживания и складирования концентратов, Цех хозяйственного обеспечения, Энергоцех, Кислородная станция, Кислородная станция № 1, Цех контрольно-измерительных приборов и автоматики).

10. Управление закладочных, технологических и строительных материалов

11. Норильская железная дорога

12. Автотранспортное объединение "Центральная автотранспортная колонна"

12. Газоспасательная служба

14. Управление пожарной безопасности

15. Предприятие "Единое складское хозяйство"

Четыре рудника Заполярного филиала ведут добычу сульфидных медно-никелевых руд месторождений «Талнахское», «Октябрьское» и «Норильск-1».

Месторождения медно-никелевых руд разрабатываются подземным и комбинированными способами. Общая протяженность горных выработок рудников – более 800 км. Общая глубина стволов – 27,9 км. Количество стволов – 31. Самый глубокий ствол СС-3, рудника «Таймырский» – 1506 м; Глубина карьера – 360 м.

Минералы, слагающие руды месторождений, разделяют на следующие четыре группы:

- главные: пирротин, троилит, пентландит, халькопирит, талнахит, моикухит, путоранит, кубанит, магнетит;

- второстепенные: горнит, марказит, миллерит, сфалерит, халькозин, минералы группы валерита;

- редкие: алабанит, виоларит, годлевскит, ковеллин, маухерит, никелин, молибденит, станин;

- минералы благородных металлов: сперрилит, урванцевит, самородные золото и серебро, минералы платины и палладия.

Обогащение руды производится на Талнахской и Норильской обогатительных фабриках.

Талнахская обогатительная фабрика перерабатывает богатые руды месторождений «Талнахское» и «Октябрьское», а также медистые руды месторождения «Октябрьское» с получением никелевого, медного и пирротинового концентратов.

Норильская обогатительная фабрика перерабатывает весь объём вкрапленных руд, медистые руды месторождений «Талнахское» и «Октябрьское» с получением медного и никелевого концентратов.

Металлургические мощности Заполярного филиала включают Надеждинский металлургический завод, Медный и Никелевый заводы.

Надеждинский металлургический завод перерабатывает весь объём никелевого концентрата Талнахской обогатительной фабрики, основную часть пирротинового концентрата Талнахской обогатительной фабрики, часть ранее заскладированного на Кайерканском угольном разрезе (КУР-1) пирротинового концентрата и весь объём медного концентрата участка разделения фанштейна обжигового цеха Никелевого завода с получением фанштейна, медных анодов и элементарной серы.

Никелевый завод перерабатывает весь объём никелевого концентрата Норильской обогатительной фабрики, часть ранее заскладированного на Кайерканском угольном разрезе (КУР-1) пирротинового концентрата, часть

файнштейна Надеждинского металлургического завода с получением товарного никеля и кобальта.

Медный завод перерабатывает весь объем медных концентратов Норильской и Талнахской обогатительных фабрик и медные аноды Надеждинского металлургического завода с получением товарной меди, элементарной серы и серной кислоты. Металлургический цех производства концентратов драгоценных металлов, являющийся подразделением Медного завода, перерабатывает шламы Цеха электролиза меди Медного завода и Цеха электролиза никеля Никелевого завода, медный шлам ОАО «Кольская ГМК» с дальнейшим получением концентратов платиновых металлов, черного серебра и селена [33].

## **2.2. История формирования Норильского промышленного района**

Развитие района было predetermined огромными богатствами недр, несмотря на большую отдаленность от основных круглогодично действующих транспортных магистралей, больших городов и суровый арктический климат. Раскопки, проведенные в верховьях реки Пясины близ озера Пясино, обнаружили стоянки и мастерские людей, использующих для своих нужд бронзовое литье (обломки тиглей, капли литья, обломки литья в углублениях земляной формы и др.). Возраст стоянок определен IX – IV в.в. до нашей эры. Первопроходцев в первую очередь привлекало наличие высококачественного угля и самородной меди. Уголь был необходим для личных нужд и судов, осваивающих Северный морской путь, медь – для литья домашней утвари, пушек, колоколов и др.

Перевооружение Красной Армии требовало большого количества цветных металлов для изготовления танков, транспортных средств, орудий и боеприпасов к ним. Советский Союз напрямую зависел от поставок металла из США и Канады. Стране был необходим свой металл и для поиска новых месторождений по предложению ВСНХ в 20-х годах прошлого столетия

организуются геологоразведочные экспедиции в район Норильска. В 1934 г. по результатам выполненных работ утверждаются запасы месторождений, а в 1935 г. на заседании Политбюро ЦК ВКП (б) определяется судьба Норильска. 23 июня 1935 г. – вышло постановление Совнаркома СССР о строительстве Норильского никелевого комбината с передачей его в ведение НКВД. В Норильск было направлено 1200 рабочих, а также большое количество грузов, строительных материалов и оборудования.

В 1935 г. на северо-восточном подножье горы Шмидтиха был заложен поселок (позже он получил название Нулевой Пикет), а на склонах этой горы (она расположена к юго-западу от современного центра города) — первый рудник в ущелье Угольного Ручья. В 1935—1936 гг. здесь же были найдены месторождения не только медно-никелевой руды, но и коксующегося угля. Для переработки руды в 1938—1939 гг. к востоку от Нулевого Пикета был выстроен временный «Малый» металлургический завод, который в марте 1939 г. выплавил первый медно-никелевый штейн — промежуточный продукт, представляющий собой сплав сульфидов цветных металлов (в данном случае меди и никеля) с железом. В 1939—1942 гг. рядом с «Малым» был возведен «Большой» металлургический завод (в настоящее время это никелевый завод), кадрами которого стали эвакуированные летом 1941 г. из Мончегорска металлурги комбината «Североникель».

В 1945 г. запущен хлорно-кобальтовый цех завода. Для обеспечения этих заводов электроэнергией к северо-востоку от поселка и заводов в 1940—1942 гг. была построена небольшая ТЭЦ, работавшая на угле местного месторождения Угольный Ручей горы Шмидтиха (шахты «Норильская», «Восточная», «Центральная», а в дальнейшем — «Западная»).

К северу от заводов в 1939—1944 гг. был построен новый жилой район Соцгород (вдоль современной Октябрьской улицы; генплан строительства поселка был составлен в 1940 г.). В 1945—1950 гг. развернулось формирование еще одной жилой зоны Горстрой — к северу от Соцгорода.

В 1936—1950 гг. основной сырьевой базой НПР являлось медно-никелевое месторождение в долине Угольного. В 1945—1948 гг. были введены в эксплуатацию кобальтовый цех, агломерационная фабрика, обогатительная фабрика (на северных склонах горы Рудной). В 1948—1951 гг. стали осваиваться более продуктивные месторождения горы Рудной — был введен в эксплуатацию подземный рудник «Заполярный» и открытый рудник «Медвежий Ручей» (Рис.8).



*Рис.8. Рудник «Медвежий Ручей» [39].*

В 1943 г. к западу от Норильска было открыто месторождение угля в Кайеркане (в прежние времена посёлок угольщиков и строителей, основанный заключёнными Норильлага, в переводе с долганского языка слово «Кайеркане» означает «долина смерти», а «каларгон» — «врата смерти»). Уголь здесь стал добываться с июля 1947 г. Возросший объем добываемой руды обрабатывался на новой большой обогатительной фабрике (введена в эксплуатацию в 1948—1951 гг.). В 1949—1952 гг. был пущен в эксплуатацию медеплавильный завод в 17-м районе (близ железнодорожной станции Норильск-Сортировочный). В 50-е годы была увеличена мощность агрегатов ТЭЦ-1, которая в 1958—1962 гг. стала работать в основном на угле новых шахт и открытого угольного разреза «Кайеркан». В 1959 г. в НПР работали 6 угольных шахт («Норильская», «Западная», «Западная-Коксовая», «Кайеркан», «Восточная», «Центральная»), 5 рудников («Заполярный»,

«Таймырский», «Северный» и «Южный» («Медвежий Ручей»), «Угольный Ручей» (последний был закрыт в 1970 г.), обогатительная фабрика, заводы — никелевый, медеплавильный, хлорно-кобальтовый.

Новый толчок развитию НПП придало открытие новых месторождений с более мощными запасами медно-никелевых руд в 25—30 км к северо-востоку от Норильска — в Талнахе (в предгорьях Хараелахского хребта). В 1962—1974 гг. здесь были разработаны три крупнейших глубоких подземных рудника — Маяк (1966—1970 гг.), Комсомольский (1971 г.) и Октябрьский (1974 г.). Рядом с ними в 1969 г. была построена ТЭЦ-2, а в 1971—1982 гг. — новая Талнахская обогатительная фабрика. В 1973—1982 гг. к северу от рудника Октябрьский, за ручьем Шумный, в горах Хараелах разработан еще один рудник «Таймырский-1», а в 80-х годах к северо-востоку от рудника «Комсомольский» — рудник «Скалистый» (в долине р. Скалистая). Таким образом, в 60—80-е годы в районе Талнаха медно-никелевая руда стала добываться на 5 рудниках. Она перерабатывается на Талнахской обогатительной фабрике и далее по пульпопроводу подается на вновь построенный Надеждинский никелевый металлургический завод (НМЗ).

Надеждинский завод был построен в 1971—1982 гг. на плато Надежда, расположенном к западу от Норильска (до 1964 г. здесь находился основной городской аэропорт) (рис.9). Он практически заменил маломощный старый никелевый завод, находящийся в старой промзоне Норильска. В его комплекс входит и новая ТЭЦ-3, построенная на этом же плато в несколько очередей в 1980—1986 гг.

С открытием месторождений природного газа Мессояха и Соленинское в Норильск в 1969—1970 гг. был подведен магистральный газопровод, и все производство на комбинате, а также ТЭЦ-1 были переведены на газ. Новые ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 строились сразу для работы на природном газе.



*Рис.9. Строительство Надеждинского металлургического завода (1979 год) [39].*

Кроме трех ТЭЦ Норильский промышленный район оснащаться электроэнергией Таймырского каскада ГЭС — Хантайской (мощностью 315 тыс. кВт, пущена в 1970—1971 гг., при ней построен пос. Снежногорск) и Курейской (ее 5 агрегатов общей мощностью 600 тыс. кВт пущены в 1987—1990 гг., построен пос. Светлогорск) по ЛЭП-220 Снежногорск—Норильск длиной 170 км (рис. 10). В связи с переходом на природный газ добыча угля в шахтах на горе Шмидтиха и в Кайеркане в 1968—1971 гг. была прекращена.

Норильский промышленный район представляет собой городскую агломерацию (рис.11). Кроме главного города Норильска, составными частями этой агломерации являются спутники Норильска — города Талнах, Кайеркан и пос. Оганер. На базе рудных месторождений в 26 км к северо-востоку от Норильска в 1962—1964 гг. возник пос. Талнах (в переводе с долганского — запрет; преобразован в город 30 ноября 1982 г.). В Поселке Кайеркан, возникшем в 1957 г. близ угольного разреза, после сокращения добычи угля в первой половине 70-х годов жили строители, а в 80-е годы — рабочие Надеждинского металлургического завода. Этот поселок преобразован в город 15 ноября 1982 г. В 7 км к востоко-северо-востоку от Норильска, вблизи старой пристани Валёк, на берегу оз. Выгодное в 1988—1993 гг. был построен спутник Норильска — пос. Оганер (в переводе с долганского — старик). Здесь проживает бтыс. человек [33,34,13].



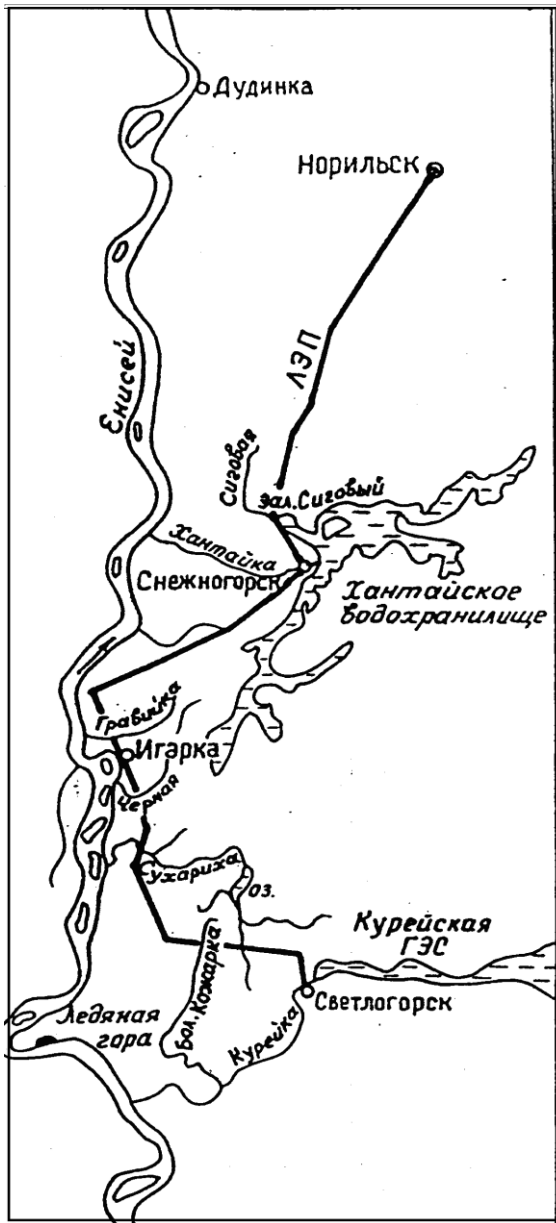


Рис.10. Схема ЛЭП Курейской ГЭС [39].



Рис.11. Норильский промышленный район [39].

### **3. ВОЗДЕЙСТВИЕ НОРИЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА НА СЕВЕРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ**

#### **3.1 Система мониторинга атмосферного воздуха и уровень его загрязнения**

До 2003 года в Норильске действовал таймырский филиал Красноярского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Среднесибирского межрегионального территориального управления Росгидромета, который входил в структуру Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха в Норильске проводились на четырех стационарных постах Государственной наблюдательной сети с определением в пробах десяти загрязняющих веществ и девяти металлов. Третьего ноября 2003 года деятельность комплексной лаборатории таймырского филиала была прекращена из-за аварийного состояния помещения и оборудования.

С 2004 года контроль состояния атмосферного воздуха, в том числе жилой зоны города, вел Заполярный филиал компании «Норильский никель».

В ноябре 2013 года в Норильске начала работу современная передвижная лаборатория, фиксирующая выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты.

Указанная лаборатория укомплектована новейшим оборудованием, которое позволяет в автоматическом режиме фиксировать превышения предельно допустимых концентраций выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а так же превышение экологических нормативов для водных объектов

Норильск является лидером среди городов Красноярского края по объемам выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, основным источником которых является ЗФ ПАО «Норильский никель», а также имеет одни самых высоких показателей загрязнения среди городов России (рис. 12).

Производственные мощности медеплавильного и никелевого производств Заполярного филиала (ЗФ) размещены на противоположных окраинах Норильска, и поэтому при любом направлении ветра город охватывает шлейф отходящих дымовых газов. Газово-аэрозольные выбросы в атмосферу обладают высокой миграционной способностью, что обуславливает широкое площадное распределение загрязнителей.

На территорию Норильска приходится 75,5-78,2 % выбросов загрязняющих веществ Красноярского края.

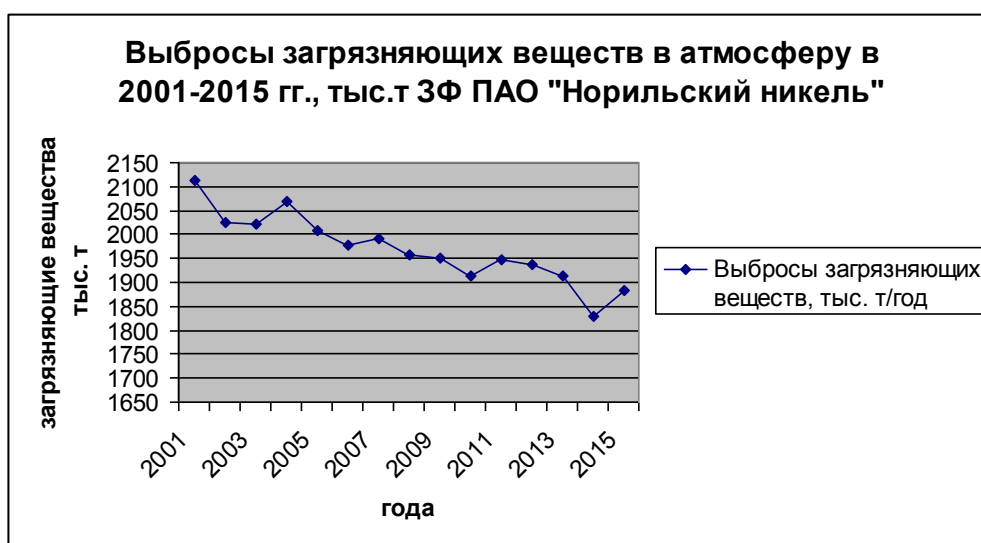


Рис.12. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в 1986-1996 годах колебались от 1937 млн. тонн до 2394 млн. тонн.

Номенклатура нормируемых загрязняющих ингредиентов с 1986 по 1996 выросла с 19 до 31 позиции, включая диоксид азота и формальдегид.

Лимит по твердой грязи во всех техногенных выбросах в атмосферу в 1997 году составил 26 678 тыс. тонн.

Содержание загрязняющих веществ в атмосфере Норильска часто превышает нормы ПДК, доходя до 28,5 ПДК (диоксид азота, 1993 год), 25,6 ПДК (диоксид серы, 1992 год) и даже 120 ПДК (формальдегид, 1995 год) [4].

В 2015 году в Норильске выросла доля проб не соответствующих гигиеническим нормативам (табл.1).

Табл.1. Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха выше ПДК в г.Норильске

Удельный вес проб атмосферного воздуха выше ПДК, %				
2011 г.	2012г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
15,1	5,0	8,0	7,5	10,6

Уровни превышения ПДК в 1 и более раз регистрируются в основном по следующим химическим веществам: оксид меди, оксид никеля, никель и его неорганические соединения, оксид кобальта, диоксид серы, бензол и взвешенные вещества [22, 23,24].

По результатам исследований качества атмосферного воздуха, проводимых на постах г. Норильска лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» можно заметить, что на протяжении пяти лет уровень загрязнения атмосферы остается высоким, а состояние атмосферного воздуха в 2015 г. по отношению к 2014 г. характеризуется увеличением удельного веса проб, несоответствующих гигиеническим нормативам (рис.13) [8].

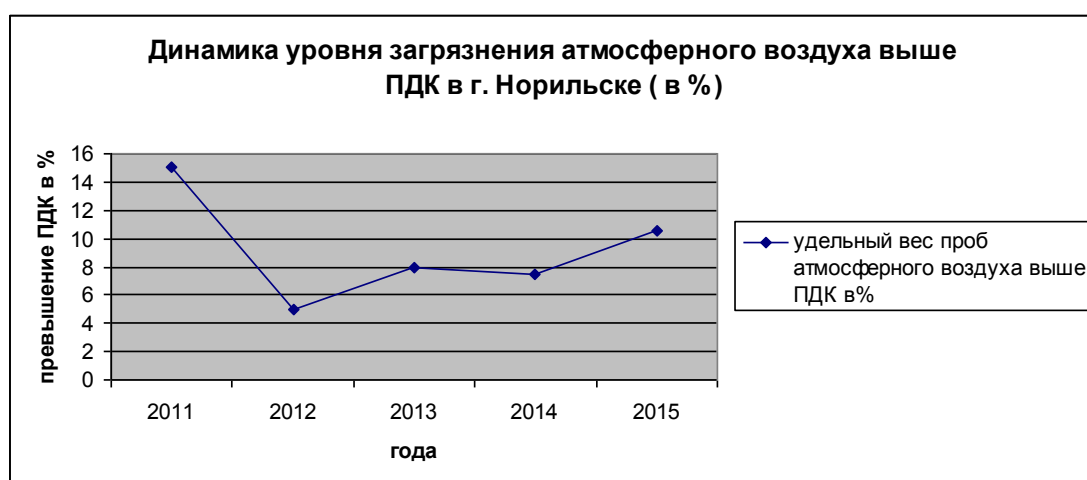


Рис.13. Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха ПДК в г.Норильске

Уровень загрязнения по ИЗА в г.Норильске в период с 2001 по 2015 год согласно докладам о санитарно -эпидемиологической обстановке в Красноярском крае оценивается как «высокий» и «очень высокий».

Никелевый завод, Медный завод и Надеждинский металлургический завод имеют наибольший вклад в валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

На Никелевом заводе основными подразделениями, выбрасывающими диоксид серы, являются:

- Агломерационный цех;
- Плавильный цех;
- Обжиговый цех;
- Хлорно-кобальтовый цех.

Всего на заводе 45 источников выбросов диоксида серы, из них 5 - высотой до 30 метров, 37 - высотой от 30 до 100 метров и 3 - высотой более 100 метров.

Наибольшее количество выбросов серосодержащих продуктов образуется на участке Агломерационного цеха, большой вклад вносят Плавильный и Обжиговый цеха.

Всего от источников Никелевого завода в атмосферный воздух поступает 396 526 т/год SO<sub>2</sub> (данные инвентаризации 2008 года).

На Медном заводе основными подразделениями, выбрасывающими SO<sub>2</sub>, являются:

- Сушильный цех;
- Плавильный цех.

Всего на заводе 31 источник выбросов диоксида серы, из них 21 - высотой до 30 метров, 8 - высотой от 30 до 100 метров и 2- высотой более 100 метров.

Наибольшее количество выбросов диоксида серы, поступает от плавильных участков плавильного цеха.

Всего от источников Медного завода в атмосферный воздух поступает 531 653 т/год диоксида серы (данные инвентаризации 2008 года).

На Надеждинском металлургическом заводе основными подразделениями, выбрасывающими диоксид серы, являются:

- Плавильный цех № 1;
- Плавильный цех № 2.

Всего на заводе 47 источников выбросов диоксида серы, из них 2 высотой до 30 метров, 44 высотой от 30 до 100 метров и 1 - высотой 250 метров.

Наибольшее количество выбросов диоксида серы поступает от плавильных участков плавильного цеха.

Всего от источников Надеждинского металлургического завода в атмосферный воздух поступает 1 007 743 т/год диоксида серы (данные инвентаризации 2008 года).

Основные источники выбросов диоксида серы в атмосферу

Чем выше источник выбросов и температура отходящего газа, тем интенсивнее рассеивается загрязняющее вещество на большую территорию. Это позволяет избегать высоких приземных концентраций загрязняющих веществ.

**Табл.2. Выбросы диоксида серы от источников с различной высотой(2008г.)**

Завод	Выбросы от всех источников		Выбросы от источников h=30м		Выбросы от источников h=30-100м		Выбросы от источников h=более 100м	
	тыс.т/год	%	тыс.т/год	%	тыс.т/год	%	тыс.т/год	%
Никелевый Завод	396,5	20,48	7,3	0,37	12,1	0,625	377,2	19,48

Медный завод	531,7	27,4	4,8	0,24	26,5	1,36	500,3	25,8
		7		8		9		4
Надежденский металлургически й Завод	1007,7	52,0	0,045	0,00	17,1	0,88	990,6	51,1
		5		2		3		7
Всего:	1935,9	100,0	12,14	0,62	55,7	2,87	1868,1	96,4
		0	5	7		7		9

Основная масса выбросов SO<sub>2</sub> предприятий ЗФ поступает от высоких источников выбросов. По сравнению с высокими источниками, выбросы от источников высотой 30-100 м и ниже, незначительны.

### **3.2. Загрязнение поверхностных и подземных вод**

В Красноярском крае Норильск также входит в города-«лидеры» по сбросам сточных вод в поверхностные водные объекты.

В период с 2012 года происходит постепенное снижение сбросов загрязненных сточных вод, но процентное соотношение сбрасываемых без очистки вод к общему объему по-прежнему велико. Так в 2015 году было сброшено 29,8 млн. м<sup>3</sup>, в том числе без очистки 18,5 млн. м<sup>3</sup>, что составляет 62 процента от общего объема сброшенных сточных вод «Норильским никелем» (рис.14) [15,16].

Одним из источников загрязнения поверхностных вод выступает фильтрация загрязнений из хвостохранилищ металлургического завода, при откачке карьерных и шахтных вод. Для Кайеркана характерно формирование в зимнее время природно-техногенных наледей, содержащих различные загрязнители из автомобильно-гаражных комплексов, загрязнений из прудов-отстойников Талнахской обогатительной фабрики [37].



*Рис.14. Объем сбросов загрязненных сточных вод ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»*

Основными водными объектами, в которые поступает речной сток с территории подразделений Заполярного филиала ЗФ ПАО «Норильский никель», является озеро Пясино, расположенное у подножия северо-западных отрогов плато Путорана. В озеро впадают реки Коева, Амбарная, Щучья, Бучеко-Юрэх, Самоедская и многие другие. Самым большим притоком является р. Норильская (Талая), собирающая свои воды с обширного горноозерного района. Из северного конца озера вытекает р. Пясино, текущая на север и впадающая в Пясинский залив Карского моря.

В сентябре 2016 года в Норильске протекающая в черте города река Дылдыкан окрасилась в красный цвет (рис.15).

Причиной загрязнения солями железа стала утечка из хранилища отходов производства (рис.16). В нижней части изображения - ярко красное хвостохранилище Надеждинского металлургического комбината, от него на север течёт река Далдыкан.





*Рис.15. Река Далдыкан, после утечки отходов из хвостохранилища Надеждинского металлургического завода [39].*



*Рис. 16. Фрагмент изображения хвостохранилища, из которого произошла утечка отходов (10 августа 2016г. по данным спутника Landsat 8) [29].*

В 2015-2016 годах компания осуществила реконструкцию хвостохранилища и хвостопровода цеха гидрометаллургии Надеждинского металлургического завода. В начале сентября производились финальные работы по монтажу последнего участка новой трубы. Перед врезкой смонтированной трубы проектом организации работ предусматривается опорожнение всего хвостопровода, его промывка со сбросом промывочной воды в хвостохранилище. В местах врезки были сооружены фильтрационные дамбы, которые предотвращают растекание остатков промывочной воды. 5

сентября в результате аномальных дождей через одну из дамб произошёл перелив воды, которая попала в реку Далдыкан.

За загрязнение реки Далдыкан Надеждинский металлургический завод оштрафован на 30 000 рублей за «нарушение требований к охране водных объектов, которое может повлечь их загрязнение, засорение и (или) истощение».

В пределах промплощадок «Норильского никеля» повсеместно отмечается загрязнение вод типичными для медноникелевого производства элементами: Cl, Na, SO<sub>4</sub>, Ni, Fe, Ba, Cu, Ti, Sr, Mn [21,24].

**Табл.3. Перечень основных источников загрязняющих водные объекты в 2013-2015 гг.**

Основные сбрасываемые вещества	т/год		
	2013	2014	2015
Взвешенные вещества	236,4	604,2	90,03
Железо	2,21	4,41	0,3
Медь	0,16	0,13	0,006
СПАВ	0,31	1,95	-
Нефтепродукты	-	0,98	1,22

Данных и информации о загрязнении подземных вод Заполярным филиалом недостаточно. Согласно исследованиям, которые опубликованы в докладе Bellona проводимые в районе Норильской промышленной зоны, что помимо загрязнения поверхностных вод вблизи плавильного цеха и цеха электролиза никеля наблюдается загрязнение подземных вод. Эта территория характеризуется отсутствием мерзлоты вследствие отепляющего воздействия производственного цикла Никелевого завода. По данным проб состав подземных вод характеризуется как стабильно загрязненный, т. е.

загрязнение подземных вод в этом районе носит хронический характер. Пробы показывают превышение ПДК по SO<sub>4</sub>. Результаты химических анализов последних лет показывают снижение минерализации в период питания подземных вод за счет инфильтрации с поверхности, но на этот же период приходится увеличение содержания микрокомпонентов (Mn, Sr) [6].

В некоторых случаях в НПП техногенному загрязнению подвергаются подмерзлотные воды, залегающие ниже подошвы многолетнемерзломных пород. Их характерной особенностью за счет промышленных стоков и утечек, вытаивания линз и прослоев льда в водовмещающих четвертичных отложениях является сульфатный состав, аномально высокие ( по сравнению с природными надмерзлотными водами) значения минерализации – до 25-50 г/ л, а значение рН может достигать 5-12 [37].

### **3.3.Отходы предприятия и влияние их на почву**

Отличительная особенность серенных почв - это низкая самоочищающая способность. В условиях практически повсеместного распространения многолетней мерзлоты, господства холодных сезонов, сильной заболоченности территории, миграция и трансформация загрязняющих веществ, попадающих на поверхность почвы, очень замедлена, преобладает процесс аккумуляции. Загрязняющие вещества, попадающие на поверхность почвы, не уходят с грунтовыми водами, а мигрируют с влагой вниз и вверх, оставаясь в пределах сезонно – талого слоя. Качество почвы определяется выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, накоплением и складированием отходов на поверхности, сбросами загрязненных сточных вод в гидрографическую сеть [20].

Основное количество загрязнителей поглощается прежде всего верхними горизонтами почв. Самоочищение загрязненных почв практически не происходит, и загрязнение сохраняется на долгие годы.

Накопление меди отмечается в средней и нижних частях почвенного профиля глеевых почв. С глубиной ее содержание резко падает и достигает фоновых значений.

Непосредственно в пределах промышленной зоны никелевого завода, в верхнем слое сильно измененной почвы, отмечается существенно повышенное содержание подвижных форм меди, никеля, цинка, кадмия, кобальта и свинца.

Почвы в районе выбросов комбината «Норильский Никель» на расстоянии 4 – 16 км от источника также имеют содержание тяжелых металлов выше ПДК.

Далее, в зоне 16 – 25 км, отмечается повышенное содержание тяжелых металлов, но ниже ПДК, а на расстоянии более 25 км от завода экологическое состояние природной среды соответствует естественному фоновому уровню. Однако в направлении господствующих ветров содержание никеля даже на расстоянии до 200 км не достигает нормативных.

В пределах сезонно-талого слоя грунтов отмечены высокие концентрации загрязняющих веществ: в пределах селитебной части содержание в растворимом комплексе хлоридов составляет от 0,03-0,04 г/л, сульфатов - 0,4-1,5 г/л; в зоне влияния отстойника-накопителя Талнахской обогатительной фабрики (ТОФ) хлоридов - 0,1-0,15 г/л, сульфатов - до 12 г/л). Привнос загрязнителей осуществляется с кислотными дождями и при проникновении загрязненных паводковых вод, при дренировании через ограждающие дамбы накопителей ТОФ, при авариях на пульпопроводе «ТОФ – Надеждинский металлургический завод», при откачке шахтных вод, закисление осадков характерно для площади до 700 тыс. км. Норильской импактной зоны. Высока запыленность атмосферы и почв при погрузочно-разгрузочных работах на транспортных путях рудников, при перевозке руды, стройматериалов по железной дороге из Талнаха в Норильск в открытых полувагонах и на платформах. В кислых ландшафтах на окислительных барьерах частично накапливаются никель, кобальт, ванадий и др., а на

восстановительных - медь, цинк и др. Климатические изменения могут способствовать изменению подвижности загрязняющих веществ в почвах. Подвижность никеля в органогенных горизонтах выше, чем меди, что приводит к более высокому уровню её накопления в почвах района, чем никеля. Среднее содержание в горизонте А подвижных (доступных для растений) форм никеля достигает 470 мг/кг, меди - 740 мг/кг, кобальта - 17мг/кг [37].

В результате производственной деятельности в подразделениях Заполярного филиала образуется порядка 60 видов отходов производства и потребления. 99,8 % образующихся на предприятиях Заполярного филиала представленные отходами горно-металлургического производства (скальные и вскрышные породы, металлургические шлаки, хвосты обогащения и др.) (рис. 17). Порядка 60 % образующихся отходов используются в производственном процессе, остальные подлежат размещению на объектах размещения отходов.

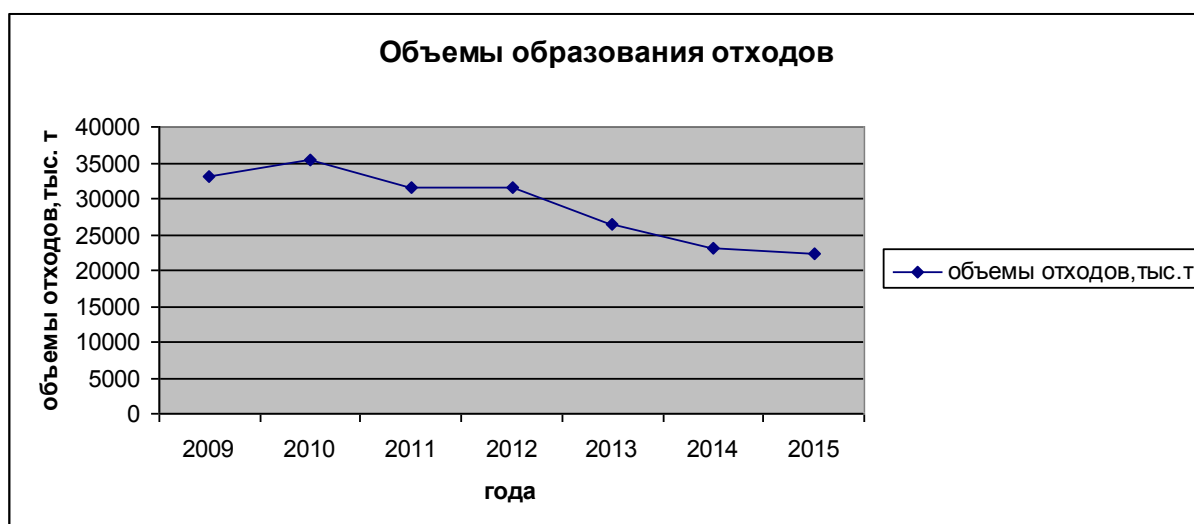


Рис.17. Объемы образования отходов

Основной объем отходов образуется при добыче полезных ископаемых.

Согласно государственному реестру объектов размещения отходов Заполярный филиал располагает 19 объектами [19].

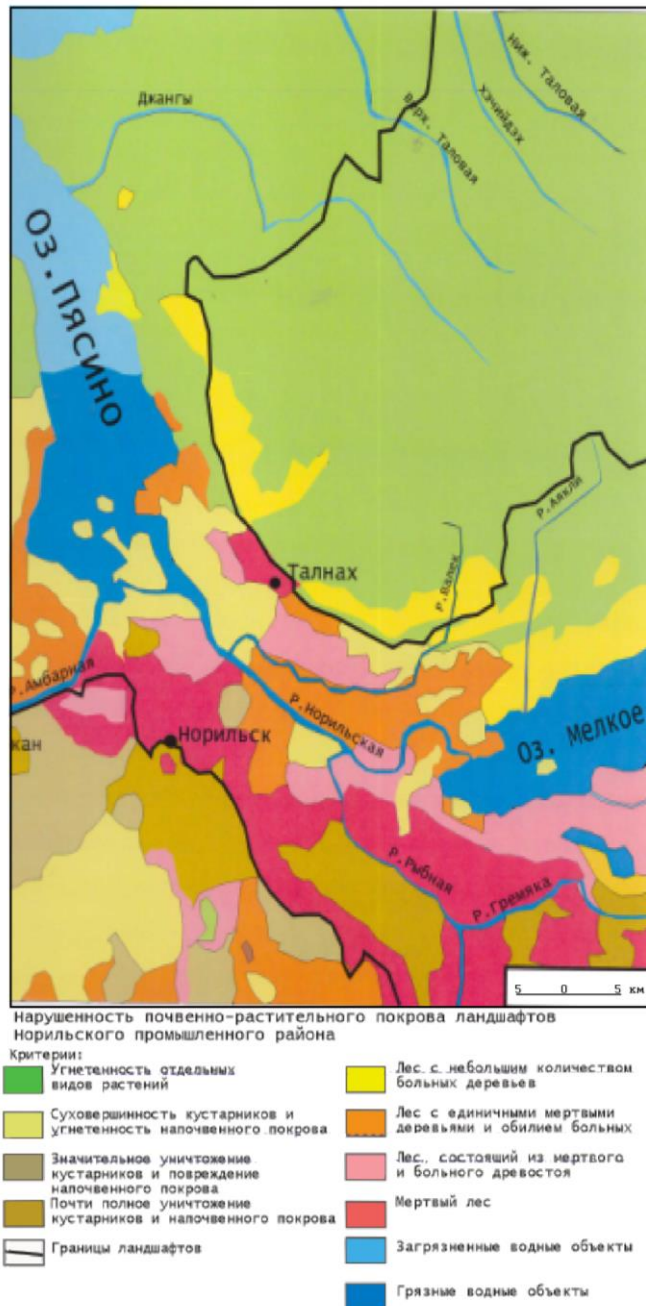
Общая площадь объектов размещения отходов составляет 4,4 тыс. га.

Анализ данных графика показывает что, ежегодно происходит снижение объемов отходов, но при все при этом, показатели являются очень высокими [23,24].

В Норильском промышленном районе (Муниципальное образование «Норильск», включающее г. Норильск, Талнах, Кайеркан и жилое образование Оганер) под различные виды отходов занято свыше 6000 га земли (при общей площади городов Норильск, Талнах и Кайеркан равной 807 га). Крупнейшими накопителями являются: хвостохранилище № 1 Норильской обогатительной фабрики (накоплено 432 млн. тонн «хвостов» – отходов обогащения руды и цветной металлургии); хвостохранилище № 2 «Лебяжье» площадью 808,8 га и вместимостью 168,7 млн. тонн хвостов; хвостохранилище Надеждинского металлургического завода емкостью около 65 млн. тонн, а также шлакоотвалы Надеждинского (емкость – 4 млн. тонн), Медного и Никелевого (емкость – 5 млн.тонн) заводов, пирротинохранилища №1 и № 2, отвалы вскрышной породы рудника открытой добычи «Медвежий ручей», в том числе техногенный отвал «Пост-1» объемом около 65 млн. м<sup>3</sup>, свалки строительных отходов и др. Деградационные тенденции в вечномёрзлых грунтах города приводят к снижению эффективности мерзлых противофильтрационных дамб и к дренированию техногенных загрязнителей в окружающую среду. В летний период года активизируются эоловые процессы как на ограждающих накопители дамбах, так и на поверхности самих накопителей, увеличивается вынос токсичной пыли, при этом в г. Норильске в отдельные дни наблюдаются пыльные бури, состоящие из золы или мельчайших шламовых частиц [37].

### **3.4. Влияние предприятия на биоту**

**Воздействие на растительный покров.** В результате длительного воздействия выбросов «Норильского никеля» к 80-м годам прошлого столетия произошла деградация растительного покрова, что привело к образованию техногенных пустошей (рис 18).



*Рис.18. Нарушенность почвенно-растительного покрова ландшафтов Норильского промышленного района. [40]*

На Таймыре резко сократилась площадь ягельников. Это негативно отражается на оленеводстве, составляющем основу хозяйственной деятельности народов Севера. Геоботанические исследования, проведенные в начале XXI в. М. Ю. Телятниковым и С. А. Пристяжнюк на ключевом участке на оз. Большом (Оль-Гуль) в 6 км от Норильска, выявили полную трансформацию растительного покрова. Во всех растительных сообществах,

за исключением травяных болот (наиболее устойчивых к загрязнению), было отмечено

отсутствие основных доминантных видов, сокращение биоразнообразия сосудистых растений в 2–3 раза, лишайников в 12 раз. Отмечено также увеличение глубины сезонно-талого слоя из-за деградации лишайниково-моховой дернины, что существенно меняет экологию местообитаний и приводит к невозможности восстановления исходных сообществ [11].

Замедление темпов микробиологической деструкции органического вещества в зоне интенсивного воздействия поллютантов влечет увеличение в несколько раз плотности отмершего органического вещества, нарушение естественного биологического круговорота вещества и энергии.

Во вторичных кустарниковых тундрах горных территорий НПР почти полностью элиминируют доминантные виды мхов и лишайников. В среднем в 70 раз снижается их проективное покрытие, по сравнению с фоновыми аналогами в 2-9 раз сокращается видовое разнообразие сообществ [1].

На территории Норильского региона все леса находятся в состоянии сильной деградации из-за перенасыщенности территории промышленными объектами. Ежегодно на территорию, прилегающую к Норильску, выпадают сотни килограммов различных металлов и их соединений на квадратный километр площади, что привело к загрязнению почв солями тяжелых металлов. В 30-40 км от предприятий уже можно заметить суховершинность, некроз листьев и хвои у деревьев, угнетенность наиболее чувствительных мхов и лишайников.

Тяжелые металлы, а это медь, никель, кобальт, в меньшей степени цинк, свинец, кадмий и неметаллы - селен, и мышьяк оседают на растениях. Накапливаясь в почве, соли тяжелых металлов постепенно переходят в растительность. Плохая экология Норильска привела к гибели лесов на территории общей площадью 600000 га вокруг города. Ареал поврежденных лесов Таймыра по большей части находится южнее Норильска, что связано с преобладающими ветрами. Усыхание древостоев началось еще в 50-е годы



прошлого столетия. К концу 60-х площадь погибших лесов составляла 5 тыс. га. Зона полной гибели древостоев в 1993 г. протянулась на 90 км в южном направлении от Норильска, а заметные повреждения лесов техногенного характера наблюдались на расстоянии до 170 км от города. Площадь погибших и поврежденных насаждений с 1976 по 1990 г. возросла с 322 до 550 тыс. га, а площадь погибших в 1989 г. составила 283 тыс. га, по данным И.В. Симачева, а также по работе А.П. Ившина и С.Г. Шиятова.

Дендроиндикационные исследования, упомянутые выше авторы, провели на взятых ими выпилах и кернах из деревьев в разных местообитаниях (пунктах) к востоку и югу от Норильска:

1. Озеро Лама, побережье. Елово-лиственнично-березовое насаждение на пологом южном склоне, в 80 км восточнее Норильска. Древостой без признаков повреждений.

2. Река Кулюмбэ. Лиственнично-еловое сообщество на щебнистой речной террасе в 160 км южнее Норильска на пути господствующего переноса воздушных масс. Древостой с первыми симптомами повреждения (химические ожоги хвои лиственницы, усохшие ели).

3. Озеро Хантайское. Лиственнично-елово-березовый древостой на заболоченной равнине в 110 км южнее Норильска на пути главного атмосферного переноса. Большая часть лиственниц и до 50 % берез с признаками сильного повреждения или погибшие.

4. Район Норильска. 70–90-летнее разреженное лиственничное сообщество на верхней границе леса (400 м над уровнем моря) на влажном северном склоне в 5 км северо-западнее Норильска. Вне зоны действия главного переноса. В древостое много свежего сухостоя. Большинство карликовых кустарников имеет некроз листьев.

5. Река Рыбная. 1) Бывшее лиственничное с ивой сообщество на переувлажненной речной террасе (0,5–1,0 м над уровнем воды). Погибший древостой в 40 км южнее Норильска в зоне главного переноса. 2) Бывший лиственничник с карликовой березой в подлеске и шикшей в травяном

покрове. Возраст лиственницы 60–80 лет. Погибший древостой и погибшие карликовые кустарники.

6. Река Валёк. Обширный массив погибшего березового леса 40–60 лет на свежем по влажности, пологом южном склоне, в 12 км севернее Норильска. Вне зоны главного переноса. Большинство деревьев погибли недавно. На микросрезах образцов древесины из разных пунктов обследования обнаружен ряд аномалий: экстремально узкие годичные кольца, утончение клеточных стенок, нарушение образования водопроводящей системы.

Отмечено также увеличение глубины сезонно-талого слоя из-за деградации лишайниково-моховой дернины, что существенно меняет экологию местообитаний и приводит к невозможности восстановления исходных сообществ. Ситуация усугубляется тем, что леса Таймыра входят в особо охраняемую группу, так как в мире нет еще технологии восстановления лесов в условиях вечной мерзлоты [8].

Также были проведены исследования Институтом леса по комплексной оценке состояния природной среды в зоне воздействия предприятий Норильского промышленного района.

Объектом исследования послужили шесть из 55-ти постоянных пробных площадей (ПП), заложенных в 2001 году и повторно обмеренных в 2004.

Для характеристики жизненного состояния деревьев определяли их категорию. По шкале действующих «Санитарных правил в лесах РФ» к I категории деревья без признаков ослабления, к II-ослабленные, к III-сильно ослабленные, к IV-усыхающие, к V-сухостой текущего года и к VI-сухостой прошлых лет.

Две ПП были заложены в фоновых древостоях на ключевом участке «Горбиачин» в 200 км южнее от источника загрязнения. Две в умеренно нарушенных древостоях на ключевом участке «Ирбэ» и две – в сильно нарушенных древостоях на ключевом участке «Тукуланда». Эти ключевые

участки находились в 130 и 100 км юго-восточнее и южнее Норильска. Все участки расположены по направлению преобладающих ветров со стороны Норильска. Во всех случаях это смешанные, высоковозрастные березово-еловые-лиственничные древостои.

За прошедшие три года из 1727 учтенных на 6 ПП деревьев всех категорий отпало всего (усохло или перешло в валеж) 41 дерево. При этом 30 вышло из числа растущих и 11 - из числа сухостоя IV категории. Интенсивность отпада, в частности усыхания деревьев, в подверженных влиянию промышленных эмиссий в 2.9 раза превышала таковую в фоновых. Темп отпада березы оказался самым высоким. В фоновых древостоях выпало 2,6 % деревьев (столько же усохло), в загрязненных- 3,8% (усохло 3,6%). Отпад лиственницы в загрязненных древостоях составил 2,3%, в.ч 2,1% усохло, и отсутствовал в фоновых.

Наибольшее число деревьев за три года выпало на ключевом участке «Тукуланда» (лиственницы 2,6%; ели - 12,5% и березы – 4,2%)

Оценки вероятности выживания деревьев на ключевом участке «Тукуланда» оказались самыми низкими. Анализ показал, что вероятность выживания дерева в древостое зависит от нагрузки загрязнения, древесной породы, условий местопроизрастания и возраста дерева.

Полученные результаты позволили определить влияния загрязнения на устойчивость древостоев от прочих факторов. По снижению вероятности выживания было видно, что с ростом нагрузки загрязнения от фоновых к умеренно и сильно нарушенным древостоям устойчивость всех пород закономерно снижается. Максимальные показатели вероятности выживания принадлежат лиственнице, минимальные – березе. Ель занимает промежуточное положение [17].

**Воздействие на ихтеофауну.** С развитием ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» менялись гидрологический и гидрохимический режимы реки Пясины и бассейна в целом. Антропогенное влияние

«Норильского никеля» на бассейн р. Пясины выражается в резком ухудшении, в целом, среды обитания особенно уязвимой ценной ихтиофауны, что приводит к фактическому исчезновению основных, наиболее значимых районов нерестилищ, воспроизводственных и нагульных площадей молоди ценных рыб, осетровых рыбозимовальных ям, а также мест зимовки некоторых форм лососевидных рыб, а также изменению их миграционных путей. В частности, полупроходная ряпушка во второй половине прошлого столетия сменила свои основные места нереста в верхнем течении р. Пясины - на новые, расположенные в притоке её нижнего течения р. Пуре.

Комплекс негативных факторов антропогенного загрязнения не только пагубно отражается на качестве товарной рыбной продукции и серьезно влияет на традиционное природопользование коренных народов, но и серьезно затрагивает проблему безопасности её использования в пищевых целях.

Сложившаяся в течение длительного периода тяжёлая ихтиопатологическая обстановка в бассейне реки Пясины, Пясинском заливе и на сопредельной к ним акватории Карского моря, убедительно свидетельствует о мощном и крайне пагубном антропогенном воздействии продолжающегося промышленного загрязнения ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» на окружающую природную среду и, прежде всего, на рыбохозяйственные водные объекты и их ценную ихтиофауну.

Государственным Комитетом Российской Федерации по рыболовству утвержден перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Например, ПДК для некоторых загрязняющих веществ составляет:

- медь - 0,01 мг/л;
- никель - 0,01 мг/л;
- цинк - 0,01 мг/л;

-фенолы - 0,001 мг/л;

-нефтепродукты - 0,05 мг/л.

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.

Существующее многолетнее антропогенное загрязнение рыбохозяйственного фонда водоёмов обусловил очень серьёзные изменения в гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режимах. Влияние загрязнителей НГМК на бассейн р. Пясины приводит к фактическому исчезновению основных, наиболее значимых районов нерестилищ, воспроизводственных и нагульных площадей молоди ценных рыб, осетровых рыбозимовальных ям, а также мест зимовки лососевидных рыб и изменению их миграционных путей.

В настоящее время состояние популяций многих промысловых видов оценивается как очень напряжённое, а по основным ценным видам как депрессивное [21].

В результате выбросов промышленных отходов в окружающую атмосферу, забора большого объема речной для производственных и хозяйственных нужд, на фоне одновременного сброса в рыбохозяйственные водоёмы, очень больших объёмов (около 180 млн. м<sup>3</sup> в год) агрессивных и высокотоксичных промышленных сточных вод, резко возросла мутагенность водной среды.

Согласно результатам исследования 2004-2005 годов, проведённых Научно Технобиологическим центром «Экология, медицина, математика - Москве и Московской области» на территории НГМК (р. Кета-Ирбэ), у

взрослых особей сига-пыжьяна были обнаружены множественные и глубокие нарушения в строении внутренних органов (опухоли, некроз тканей, заболевания крови) и сильные морфологические отклонения. У многих особей отмечены аномалии сразу в нескольких органах. Подобные повреждения были описаны у рыб под воздействием тяжелых металлов, а также находящихся в условиях острого пищевого отравления.

Следовательно, серьезные патологические изменения у рыб, являются ярким свидетельством негативных многолетних последствий загрязнения промышленными отходами ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» водосборного бассейна р. Пясины

Проведенные исследования на водоемах Норильской группы озер и рек, показали, что большинство популяций ценных видов рыб (хариуса, гольца, сига-пыжьяна) находятся в угнетенном состоянии. Численность многих видов снизилась по сравнению с 60-70 годами прошлого столетия в десятки раз. Это неблагоприятно сказывается на качестве биоресурсов, величине промысловых уловов и традиционном природопользовании коренных народов Таймыра. Наблюдается резкий спад промысловых уловов, связанный с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

За многие десятилетия многие водоемы Норильско- Пясинской системы фактически потеряли свой рыбохозяйственный статус: реки Щучья, Амбарная и другие в прошлом рыбопромысловые водоёмы. Озеро Пясино в результате накопления твердого остатка сточных вод полностью заилено и практически выведено из промыслового оборота. Уловы рыбы в р. Пясине и её притоках резко сократились, изменился качественный состав уловов. Снижение величины общей добычи в 2004 г. к уровню 60-х годов прошлого столетия, произошло в 6,5 раза, в т.ч. по лососевым - в 46,0 раз, по сиговым - в 6,3 раза [14].

### 3.5. Влияние на здоровье населения

Высокий процент и частота заболеваний верхних дыхательных путей обусловлены выбросами и высокими концентрациями диоксида серы в воздухе.

Население Норильска проживает на территории, окруженной с трех сторон заводами. При таком расположении при любом направлении ветра город всегда окутан токсическим смогом.

К наиболее неблагоприятным синоптическим ситуациям, обуславливающим вероятность загрязнения воздушного бассейна, относятся инверсии, туманы и штили. Наиболее опасны для здоровья жителей приземные температурные инверсии, когда загрязнение вместо того, чтобы перемещаться в верхние слои атмосферы, остается вблизи поверхности земли.

Это является непосредственной и одной из основных причин роста числа заболеваний и патологий у проживающих здесь людей (Рис.19).

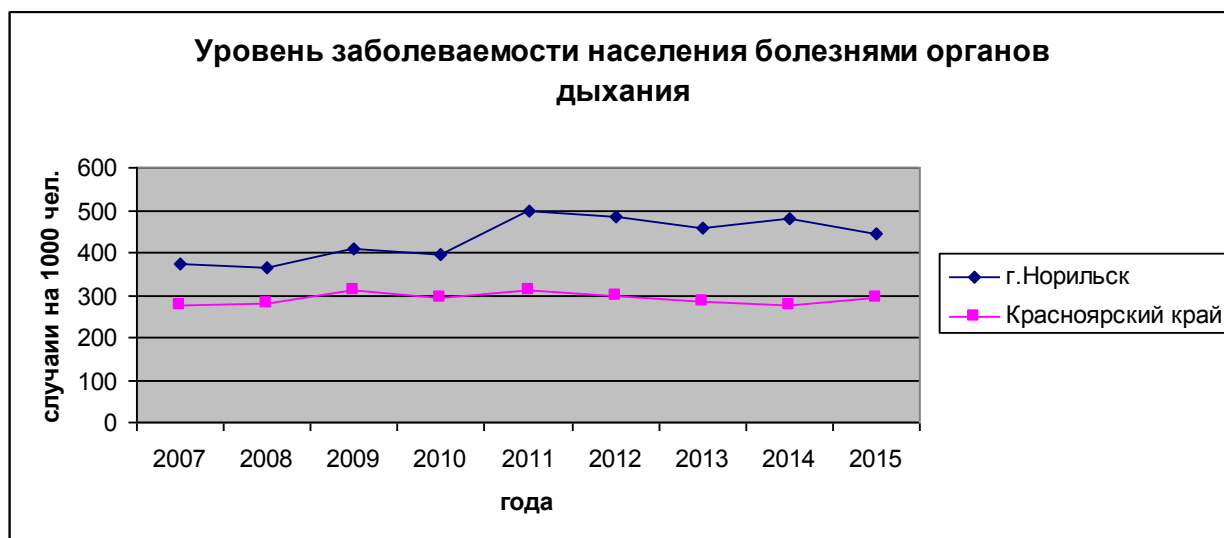


Рис.19. Уровень заболеваемости населения г.Норильска болезнями органов дыхания.

К тому же негативное влияние атмосферных загрязнений на состояние здоровья населения определяется рядом факторов. Во-первых, значительной массой выбросов широкого спектра токсичных веществ. Во-вторых, большим удельным весом проб атмосферного воздуха с регистрируемыми высокими

уровнями загрязнения воздуха, не отвечающих требованиям гигиенических нормативов. В-третьих, жители НПП периодически испытывают воздействие вредных веществ в концентрациях, превышающих максимально разовое ПДК в несколько раз.

В Норильске чаще, чем в других городах, регистрируются заболевания по классу «Болезни органов дыхания». Средне-многолетний показатель заболеваемости за период 2007-2015 гг. в г.Норильске составил 433,9 ‰, а в целом по Красноярскому краю- 291‰ [21,22,23,24].

Также регистрируется превышение среднего краевого показателя по следующему классу болезней: новообразования, болезни системы органов кровообращения, обусловленные воздействием факторов окружающей среды.

При условии сложившегося уровня загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными на протяжении предстоящих 70 лет шанс заболеть раком у жителей Норильска превышает верхнюю границу приемлемого риска для условий населенных мест ( $1,0E-04$ ) (табл.4).

**Табл. 4. Риски канцерогенные, неканцерогенные в связи с загрязнением атмосферного воздуха в г.Норильске в 2015 г.**

Суммарный канцерогенный индивидуальный риск	Суммарные неканцерогенные риски по критическим органам, системам (максимальное значение индекса опасности)
9,76 E-04	<b>250,0</b> (органы дыхания), 145,4 (системное воздействие), 65,4 (кровь), 29,1 (смертность), 1,8 (ЦНС, развитие), 1,6 репродуктивная система)



Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчета коэффициента опасности– HQ:

$$HQ=C/RfC$$

C – фактическая концентрация вещества в воздухе

RfC – референтная концентрация (суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения). При HQ равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как предельно малый, с увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает. Только HQ>1,0 рассматривается как свидетельство потенциального риска для здоровья

Канцерогенный риск - вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Повышенный канцерогенный риск в связи с загрязнением атмосферного воздуха в городе Норильске определяют в – соединения кобальт и никеля, бензол [25].

### **3.6 Экологическая политика и развитие системы экологического менеджмента**

В ОАО ГМК «Норильский никель» разработаны и утверждены документы, определяющие стратегию долгосрочного, динамичного и устойчивого развития Компании. Стратегия отвечает политике социальной ответственности и предусматривает, одновременно с другими направлениями, обеспечение экологической безопасности производства и улучшение экологической обстановки в регионах хозяйствования.

В соответствии с одобренной Правлением ГК «Норильский никель» Экологической политикой Компания принимает все необходимые меры по предупреждению и последовательному снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов загрязняющих веществ со сточными водами, обустройству мест размещения отходов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду. В Компании успешно реализуется Программа экологического менеджмента, направленная на достижение экологических целей и задач.

Система экологического менеджмента (СЭМ) ПАО «ГМК «Норильский никель» успешно функционирует с 2005 г. в области: «Производство, управление проектами, хранение, поставки, в том числе морским транспортом, и продажи продукции (никель, медь, кобальт, драгоценные металлы, сера, селен, теллур)».

В октябре 2014 г. ресертификационный аудит СЭМ (в рамках качества и экологического (КИСМ)) подтвердил соответствие СЭМ Компании требованиям международного стандарта ISO 14001 и продлил действие сертификата соответствия на следующий сертификационный цикл до 2018 г. (Сертификат № RU228136QE-U от 08.12.2011). Ресертификационный аудит был проведен в Главном офисе Компании (г. Москва) и на производственных площадках Заполярного филиала (г. Норильск), Заполярного транспортного филиала (г. Дудинка) и Мурманского транспортного филиала (г. Мурманск).

В рамках функционирования КИСМ (СЭМ) в 2014 г. осуществлялось проведение внутренних аудитов в соответствии с ежегодной «Программой проведения аудитов КИСМ ПАО «ГМК «Норильский никель». В соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 и внутренних документов Компании к проведению внутренних аудитов привлекается компетентный персонал, прошедший специальную подготовку. В 2014 году в подразделениях Главного офиса, Заполярного филиала, Заполярного транспортного филиала и Мурманского транспортного филиала проведено 80 внутренних аудитов. В Компании сформирован и

поддерживается в актуальном состоянии Реестр Корпоративных и внутренних аудиторов.

Обеспечение компетентности и развития персонала Компании в области экологического менеджмента в целом и внутренних аудиторов КИСМ в частности осуществляется в рамках проведения единой политики в области профессионального развития персонала предприятий Группы компаний «Норильский никель», повышения профессионально-квалификационного потенциала работников. Обучение и повышение квалификации персонала осуществляется как с привлечением сторонних организаций, так и силами самой Компании. Для постоянного улучшения результативности функционирования КИСМ организовано обучение специалистов Компании по различным направлениям.

Основной экологической проблемой ГМК «Норильский никель» являются выбросы диоксида серы в атмосферу предприятий Заполярного филиала Компании.

Стратегия производственно-технического развития Компании на период до 2025 года предлагает следующие способы решения данной проблемы:

- проведение реконструкции обогатительных мощностей с внедрением современных технологий, что позволит исключить операцию химического обогащения и избавиться от потерь ценных металлов при незначительном увеличении поступления серы в плавку (около 30—40 тыс. тонн);

- проведение реконструкции и увеличение производительности плавильного передела Надеждинского металлургического завод.

- закрытие всех цехов Никелевого завода, что позволит полностью ликвидировать источники выбросов с этой производственной площадки, перевести все выбросы на площадку НМЗ, значительно удаленную от жилых зон.

- здание сероутилизационных производств на Медном и Надеждинском металлургическом заводах.

В рамках выполнения «Плана снижения сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду (водные объекты) со сточными водами ГМК «Норильский Никель» на территории МО город Норильск и Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района» продолжается реализация мероприятий по проектированию и строительству очистных сооружений.

Снижение выбросов диоксида серы в атмосферу признано приоритетной задачей Компании ПАО "ГМК "Норильский никель". Сложность решения этой задачи связана с географическим расположением Заполярного филиала и, как следствие, с неэффективностью использования по экономическим причинам широко применяемых в мире способов утилизации диоксида серы с получением серной кислоты - из-за отсутствия развитой наземной транспортной инфраструктуры и потребителей серной кислоты на территории.

На предприятиях Заполярного филиала выпускают серосодержащую товарную продукцию (серная кислота, элементарная сера, бисульфит натрия), которая используется для нужд самих предприятий. Для выпуска продукции используют отходящие газы с высоким содержанием диоксида серы, что позволяет снизить его объемы выбросов в атмосферный воздух.

На Надеждинском металлургическом заводе в целях уменьшения выбросов диоксида серы и других серосодержащих продуктов построен цех производства элементарной серы (ЦПЭС). Исходным сырьем для производства серы является пирротиновый концентрат производимый на Талнахской обогатительной фабрике.

Закрытие Никелевого завода стало частью принятой несколько лет назад новой стратегии компании «Норильский никель»

Невозможность утилизации серы на устаревших мощностях предприятия стала предпосылкой для реализации комплексного проекта по его закрытию.

Процесс начался с февраля 2016 г. с закрытием печей, конвертеров и агломерационных машин. В июне прекратил работу агломерационный цех и

плавильный и обжиговой цеха, в сентябре - хлорно-кобальтового и электролизный цех, а полное прекращение работ Никелевого завода произошло в октябре.

Процесс производства никеля продолжится на новых мощностях: модернизированных линиях Надеждинского металлургического завода, планируется дальнейшее развитие этой промплощадки [33].

## Заключение

Негативное воздействие, оказываемое хозяйственной деятельностью человека, ведет к нарушению ландшафтов - необходимого условия и естественной основы существования и развития общества. При росте антропогенных нагрузок исключительное значение приобретает оценка состояния природной среды, степени ее нарушенности в целом или отдельных компонентов в конкретных природных и зонально-географических условиях. Природные комплексы субарктической зоны подвергаются негативным воздействиям в результате деятельности «Норильского никеля».

Разработка минеральных ресурсов сопровождается увеличением площади поврежденных земель, а переработка на комбинатах - деградацией ландшафтов, геохимическим изменением почв и трансформацией растительности, появляются термокарстово-эрозионные овраги и озера, исчезает кустарниковая, а в некоторых местах даже мохово-лишайниковая растительность и восстановление ее маловероятно, так как в условиях Субарктики биологическая продуктивность флоры и фауны очень низкая. Большое влияние оказывает и использование тяжелой гусеничной техники, и ведение строительных и изыскательских работ.

Деятельность ЗФ ПАО «Норильский никель» является причиной экологической проблемы, сложившейся в норильском промышленном районе. Проблемы загрязнения сказываются на состоянии земель охотничье-промыслового значения и оленьих пастбищ, а также на качестве водных объектов. Норильск является самым загрязненным городом в России в 2013 году по данным опубликованным Росстатом.

Загрязнение окружающей среды отражается на здоровье людей, вызывая различные заболевания. Тяжелые металлы в воздухе вызывают болезни органов дыхания, крови и новообразования. ЗВ ПАО «Норильский никель» является стратегическим предприятием для российской экономики. Именно поэтому в Норильске вопрос охраны окружающей среды

приобретает второстепенное значение и экологическая ситуация в районе производственной деятельности остается крайне неблагоприятной.

В России существует система экологических платежей. Данная норма установлена Законом «Об охране окружающей среды». Платы за негативное воздействие на окружающую среду вносятся организациями и физическими лицами, деятельность которых оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Это своеобразная компенсация ущерба, наносимого загрязнением окружающей среде. Однако размеры штрафов малы и не соответствуют масштабам вреда, наносимого окружающей среде.

Согласно отчетам «Норильского никеля», компания следует международным стандартам и требованиям рынка, в развитии системы экологического менеджмента, но на практике экологическая ситуация в районе производственной деятельности остается крайне неблагоприятной.

Выводы:

1. Ландшафты Субарктики крайне не устойчивы к антропогенным нагрузкам. При планировании хозяйственной деятельности необходима предварительная оценка территорий природного территориального комплекса для прогнозирования и предупреждения негативных последствий.
2. ЗФ ПАО «Норильский никель» оказывает негативное воздействие на все природные среды: атмосферный воздух, гидросферу, почву, а также биоту. Наиболее остро стоит проблема снижения выбросов в атмосферу, особенно диоксида серы.
3. Для изменения сложившейся ситуации необходимо усилить контроль за выбросами «Норильского никеля» и ужесточить наказание за загрязнение окружающей среды, что приведет к стимулированию предприятия к повышению природоохранной деятельности.

### **Библиографический список:**

1. Пояснительная записка. Внесение изменений в генеральный план муниципального образования города Норильск, утвержденный решением норильского городского совета депутатов от 16. 12. 2008 №16-371. Красноярский край муниципальное образование Норильск
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2015 году»
3. Государственный доклад « О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2008 году»
4. Государственный доклад « О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2011 году»
5. Государственный доклад « О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2015 году»
6. Доклад объединения Bellona 2010. «Горно-металлургическая компания «Норильский никель» (влияние на окружающую среду и здоровье людей»
7. Проект ОВОС «По реконструкции склада хранения гранулированного шлака НМЗ» по адресу: Красноярский край, городской округ Норильск, Надежденский металлургический завод имени Б.И. Колесникова.
8. Абамов А.П. О комплексной оценке состояния наземных экосистем в Норильском промышленном районе и необходимости разработки региональных экологических нормативов. Достижение науки и техники- развитию норильского промышленного района. Сборник докладов ч.2/Абамов А.П.-Норильск: Министерство образования Российской Федерации Норильский индустриальный институт. 2003.- 51с.
9. Босиков Н.П. Изменение климата и эволюция термокарстовых образований. Влияние климата на мерзлотные ландшафты



- Центральной Якутии / Н.П. Босиков. – Якутск: Институт мерзлотоведения СО РАК. 1996. – 106-122с.
- 10.Верниковский В.А., Метелкин Д.В.Региональная геология России. Краткий курс лекций/В.А.Верниковский, Д.В.Метелкин.- Новосибирск.:Новосибирский государственный университет. 2005.- 2017с.
- 11.Герасимов И.П. Средняя Сбирь/И.П.Герасимов, В.С Преображенский, Г.Д. Рихтер. - М.: Наука. 964.-481с.
- 12.Голованов А.И. Ландшафтоведение. – (учебники и учеб. Пособия для студентов высш. Учеб. заведений) / А.И. Голованов., Е.С. Кожанов., Ю.М. Сухарев. -М.: Колос. 2005. – 216с.
- 13.Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов/М.А. Глазовская. – М.: 1964.– 230 с.
- 14.Загоскин В.А.Основные результаты опытно-методических биогеохимических исследований в Восточной Сибири. Биогеохимические поиски рудных месторождений/ В.А. Загоскин, Е.И. Загоскина., Н.М Лохтина– Улан-Удэ:1969. – 28-41с.
- 15.Зиганшин Р.А.Мониторинг лесных экосистем Таймыра/ Р.А. Зиганшин, В.И.Воронин, Ю.М.Карбаинов.- Красноярск: Вестник КрасГАУ.2011- 98с.
16. Крючков В.В. Чуткая Субарктика/В.В.Крючков.- М.: Наука. 1976. – 135 с.
- 17.Малич Н.С. Геология и полезные ископаемые России. Том 3. Восточная Сибирь / Н.С. Малич, Е.П. Миронюк, Е.В. Туганова. СПб.: ВСЕГЕИ, 2002.-396 с
- 18.Малич Н.С. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 4. Сибирская платформа. Т. 4 / Н.С. Малич, Е.П. Миронюк, Е.В. -Л.: Недра. 1987. -448 с.

19. Маринин В. А. Частичная компенсация ущерба, наносимая рыбному хозяйству ОАО ГМК «Норильский никель»./ В.А.Маринин.- Норильск: 2008.-1-4 с.
20. О-Ун-Дар К.У. Экономика и управление в современных условиях. Международная (заочная научно-практическая конференция/ О-Ун-Дар К.У. – Красноярск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский институт бизнеса, управления и психологии», цзилиньский институт русского языка (КНР), АНО ВПО омский экономический институт. 2013. - с.376
21. Павлов Д. С. Разнообразие рыб Таймыра/ Д.С.Павлов- Москва: 1999.- 230 с.
22. Перельман А.И. Геохимия ландшафта/ А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Астерия-2000. 1999.-267с
23. Петров О.В. Тектономагматическая модель формирования никеленосных рудных полей как основа металлогенического районирования трапповых провинций Сибирской платформы / О.В Петров. -Новосибирск.: Доклад XI Всесоюзного металлогенического совещания. 1987.- 180-182с.
24. Поляков В.И. Изреживание древостоев красноярского заполярья в разных экологических условиях. Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет лесов и организация лесного хозяйства. Материалы международного семинара 6-7 декабря 2007 г. Красноярск/ Поляков В.И. -Красноярск: 2007.- 123с
25. Севастьянов Д.В. Норильский регион : от природной спецификации к практике освоения/ Д. В. Севастьянов, Т. Е. Исаченко, Е. Н. Гук.- СПб.: СПбГУ Вестник. 2014.-27с.
26. Скачков М.С. Подземная разработка полезных ископаемых Норильского промышленного района/ М.С. Скачков.- Норильск: Норильский индустр. ин-т. 2005. – 77с.

## Интернет-ресурсы

27. <http://clevereco.ru/groro> - Государственный реестр объектов размещения отходов
28. <http://www.dela.ru> – деловой красноярский бизнес сайт
29. <http://sdc.esemc.nsc.ru> - Институт вычислительных технологий СО РАН  
Информационная система спутниковых данных
30. <http://ruxpert.ru> Трансполярная магистраль
31. <https://www.google.ru/maps/@56.0715665,93.0269283,12z> - Google карты
32. <http://soilatlas.ru/100-101> - Национальный атлас почв Российской Федерации
33. <http://www.nornik.ru> – официальный сайт ПАО «ГМК «Норильский никель»
34. <http://сам-гуу.рф> – информационный портал о Норильске
35. <http://wiki.web.ru> – открытая энциклопедия по наукам о Земле.
36. <http://www.norilsk-city.ru/about/1242/index.shtml> официальный сайт города Норильска.
37. [http://npa-arctic.iwlearn.org/rus/main\\_ru.html](http://npa-arctic.iwlearn.org/rus/main_ru.html) - официальный сайт Проекта НПД-Арктика, посвященный защите морской среды российской Арктики от загрязнений.
38. <http://nature.sfu-kras.ru>- Животный мир и природа Красноярского края
39. <http://ru-abandoned.livejournal.com> – Живой журнал
40. <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/128318.html> - Диссертационная работа: Мельниченко Татьяна Николаевна. Криогенные процессы в структуре и динамике ландшафтов северо-запада Среднесибирского плоскогорья