

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ

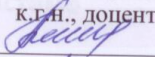
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

СПРАВКА

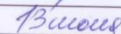
о результатах проверки текстового
материала на наличие заимствования

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ

и.о.заведующего кафедрой
к.г.н., доцент



И.Д. Ахмедова



2017г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНЫХ РАБОТ В
ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОТУНДРЫ НАДЫМ-ПУРСКОГО
МЕЖДУРЕЧЬЯ

05.04.06. Экология и природопользование

Магистерская программа «Рациональное природопользование»

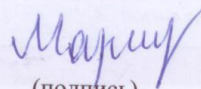
Выполнил работу
студент 2 курса
очной формы обучения



(подпись)

Басов
Юрий
Михайлович

Научный руководитель
к.г.н. доцент



(подпись)

Маршинин
Александр
Владимирович

Рецензент
начальник отдела экологиче-
ских исследований НАО
«НПЦ «СибГео»



(подпись)

Аллаяров
Зинур
Идиватович

Тюмень, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ	7
1.1. Географическое положение	7
1.2. Геолого-геоморфологическое строение территории	7
1.3. Климат	8
1.4. Гидрографическая сеть	9
1.5. Почвенно-растительный покров	9
1.6. Животный мир	10
1.7. Ландшафтная структура ключевого участка	11
ГЛАВА 2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЛАНДШАФТОВ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ	14
2.1. Методика расчета экологического риска	14
2.1.1. Природоохранная ценность ландшафтов	15
2.1.2. Хозяйственная ценность ландшафтов	15
2.1.3. Геохимическая и биологическая устойчивость ландшафтов	16
2.2. Расчет экологического риска ландшафтов ключевого участка	17
ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЛАНДШАФТОВ В СОЧЕТАНИИ С ВЕЛИЧИНОЙ ПЛАТЫ ЗА УЩЕРБ ПРИ ПОЛНОМ УНИЧТОЖЕНИИ ЛАНДШАФТА	19
3.1. Расчет платы за ущерб при полном уничтожении растительности ландшафта	19
3.2. Ориентировочная плата за ущерб при полном уничтожении растительности ландшафта с поправкой на коэффициент экологического риска	21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	26
ПРИЛОЖЕНИЕ А	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ В	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Интенсивное развитие трубопроводного транспорта влияет на любые ландшафты. Но особенно подвержены экологическому риску ландшафты переходных зон, к числу которых относится лесотундра, так как именно в переходных зонах наблюдается наибольшее разнообразие ландшафтной структуры. Лесотундровая зона сочетает в себе ландшафты, как тундры, так и тайги и поэтому, равновесие там наиболее хрупкое.

Оценка и картографирование экологического риска должны стать необходимой вехой при планировочных работах, особенно это касается таких протяженных объектов, как трубопроводы, густота сети которых, в том числе в лесотундровой зоне, непреодолимо растет.

Исследование проводится на территории, где производится строительство магистрального трубопровода в связи с этим - **цель** работы – оценить экологический риск при осуществлении хозяйственной деятельности на территории трубопроводной магистрали и предложить один из возможных примеров использования коэффициента экологического риска на практике.

Объект исследования – ландшафты ключевого участка строительства трубопровода.

Предмет исследования – экологический риск при проведении хозяйственной деятельности на данных ландшафтах.

Для выполнения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Охарактеризовать ландшафтную структуру ключевого участка исследуемой территории;
2. Установить коэффициенты экологического риска (КЭР) хозяйственной деятельности на ландшафтах исследуемой территории по соответствующим методикам и построить соответствующие картосхемы;
3. Рассчитать по установленным государством методикам размеры платы за возможное полное уничтожение растительности ландшафта;
4. Выполнить сравнительный анализ ландшафтов ключевого участка по величине платы, а также по величине платы с поправкой на коэффициент экологического риска.

В работе были использованы следующие методы и методики:

- методики расчета функционально-ценностной оценки и оценки устойчивости ландшафтов (по В.В. Козину) – для расчетов, соответственно, функциональной ценности и устойчивости ландшафтов – составные компоненты для расчета КЭР;
- методики оценки биологической и геохимической устойчивости (по Г.Е. Вильчеку) – составные компоненты для расчета КЭР;
- методика расчета интегрального коэффициента экологического риска (по Г.Е. Вильчеку);
- методика исчисления размера вреда, причиненного лесам, в том числе лесным насаждениям, или не отнесенным к лесным насаждениям деревьям, кустарникам и лианам вследствие нарушения лесного законодательства (Постановление Правительства РФ от 08.05.2007 № 273 «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства») – используется для количественной оценки платы за полное уничтожение растительности урочищ;
- картографический метод – для построения картосхем распределения КЭР и устойчивости ландшафтов к механическому воздействию;
- экономико-математический и сравнительный методы – для сравнения величины платы за ущерб при полном уничтожении растительного покрова урочища с этой же платой при учете поправки на КЭР;
- аналитический метод – для анализа полученной информации и результатов исследования.

Новизна работы заключается в оценке экологического риска ландшафтов территории, на которой ранее данной оценки не проводилось, а также новый подход к использованию коэффициента экологического риска, как поправки (на уровне планирования размещения технологических объектов) к затратам на возмещение ущерба причиненного ландшафтам хозяйственной деятельностью.

Защищаемые положения работы:

1. Необходимость оценки экологического риска на территории будущей хозяйственной деятельности, для выявления наиболее уязвимых ландшафтов, с целью недопущения их уничтожения;

2. КЭР можно использовать при планировочных работах, не только для непосредственного размещения хозяйственных объектов, но и для корректировки вероятных финансовых потерь на возмещение ущерба при уничтожении ландшафтов.

Практическая значимость данной работы заключается в попытке уладить конфликт между природопользователями и окружающей средой, посредством нахождения вероятного баланса между экологической и экономической составляющими. Это особо актуально для переходных зон, к которым относится лесотундра.

Апробация некоторых промежуточных результатов прошла на научных конференциях:

- Оценка устойчивости урочищ к механическому воздействию – Басов Ю. М. Оценка устойчивости лесотундровых ландшафтов Надым-Пурского междуречья // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLIV междунар. студ. науч.-практ. конф. URL:[http://sibac.info/archive/nature/8\(43\).pdf](http://sibac.info/archive/nature/8(43).pdf)
- Расчет и анализ распределения коэффициента экологического риска – Басов Ю. М. Ландшафтно-экологическое обеспечение проектировочных работ в трубопроводном транспорте в условиях лесотундры Надым-Пурского междуречья // актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития тюменского региона [Электронный ресурс]: материалы 67-й студенческой научной конференции, г. Тюмень, 21 апреля 2016 года. Вып. 2 / сост. канд. геогр. наук, доцент И. Д. Ахмедова. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2016. С. 49-55.

Структура работы. Во введении поставлены цели и задачи исследования, определены используемые методы, а также отмечена актуальность и практическая значимость работы. В первой главе работы приведена краткая физико-географическая характеристика района исследований и более подробное описание ландшафтной структуры непосредственно ключевого исследуемого участка. Вторая глава посвящена расчету коэффициента экологического риска для урочищ ключевого участка, а также анализу пространственной дифференциации урочищ с различными значениями КЭР. В третьей главе рассмотрен один из возможных способов применения КЭР на практике – в качестве поправки при анализе вероятной платы за уничтожение растительности урочищ, включая оценку платы за данный ущерб по государственной методике для урочищ ключевого участка. Итоги и выводы проведенного исследования кратко изложены в заключении.

В работе содержится 11 рисунков, 6 таблиц и 6 приложений. Объем работы 68 страниц (без учета приложений 35 страниц). Количество источников – 26, в том числе: 2 нормативных документа, 23 литературных и 1 сетевой источник.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Географическое положение

Район исследования расположен на Западно-Сибирской равнине, в Пуровском районе Ямало-Ненецкого АО, в лесотундровой и северотаежной зоне, в междуречье Надыма и Пура. Ключевой участок находится в лесотундровой зоне, в районе р. Евояхи (бассейн р. Пур). Площадь ключевого участка – около 42 км² [3], [4].

По физико-географическому районированию Н.А. Гвоздецкого ключевой участок расположен в лесотундровой равнинной широтно-зональной области, в Северо-Надым-Пурской провинции [23].

1.2. Геолого-геоморфологическое строение территории

Исследуемая территория располагается в пределах Западно-Сибирской равнины. Эта равнина представляет собой молодую (послегерцинскую) платформу (плиту), где произошло мощное накопление отложений [20].

Согласно схеме новейшей тектоники равнинных территорий, район исследования относится к Пур-Надымскому району Надымско-Полуйского приподнятого блока. С точки зрения современных тектонических движений, он проходит как по активным положительным, так и активным отрицательным линеаментам – Нурминско-Александровскому гиперполюсу и Средне-Пурскому жёлобу соответственно.

Дочетвертичные образования представлены отложениями палеоцен-эоцена, верхнего эоцена и олигоцена. Четвертичные образования мощным чехлом перекрывают кровлю осадков палеогенового возраста. Они представлены аллювиально-морскими, озёрно-аллювиальными и аллювиальными отложениями позднеплейстоцен-голоценового возраста [3], [4].

Территория исследования находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Они имеют прерывистое распространение. Многолетняя мерзлота отсутствует под крупными реками (Обь, Пур, Таз) и под глубокими (свыше 2 метров) большими озерами. Под менее крупными водными объектами верхняя поверхность многолетнемерзлых пород залегает на глубине нескольких десятков метров. Температура многолетнемерзлых пород

достигает значений -4 - -5°C постепенно повышаясь к югу. Наименьшие температуры отмечаются в торфяниках, наибольшие – в песчаных грунтах, разница между ними для одного и того же района может достигать $3-4^{\circ}\text{C}$. Глубина сезонного протаивания в тундре редко доходит до $1-2$ м [9], [20], [22], [25].

Район изучения расположен на IV морской и III и II озерно-аллювиальной террасе, а также осложняется поймами рек. Абсолютные высоты достигают значений $40-55$ м. Ключевой участок находится на округловершинных и склоновых поверхностях IV морской террасы, а также на надпойменной террасе и в пойме р. Евояха. Рельеф осложняется долинами малых рек, ложбинами стока, хасыреями, и бугристым и кочковатым микрорельефом тундровых и болотистых поверхностей [3], [4].

1.3. Климат

Для исследуемой территории характерен резко континентальный климат с суровой продолжительной зимой и коротким умеренно теплым летом. Среднегодовая температура воздуха составляет: -8°C [4].

Формирование климата этого района происходит под влиянием западной циркуляции воздушных масс, влияния Северного ледовитого океана и континента. Здесь наблюдается быстрая смена циклонов и антициклонов, что способствует большой изменчивости погоды. В любой сезон года возможны резкие колебания температуры воздуха не только от месяца к месяцу, но и от суток к суткам и даже в течение суток. Средняя температура наиболее холодного месяца (январь) составляет $-25,7^{\circ}\text{C}$, а самого жаркого месяца (июль) – плюс $14,2^{\circ}\text{C}$.

Для района изысканий характерно избыточное увлажнение. Годовое количество осадков 425 мм. В районе г. Новый Уренгой наибольшее количество осадков выпадает в августе – 74 мм, а наименьшее – в феврале, 18 мм. В районе Тарко-Сале наибольшее количество осадков выпадает в июле – 81 мм, и наименьшее – в феврале 19 мм [3], [4], [26].

Ветровой режим территории носит муссонообразный характер: зимой ветер дует с охлажденного материка на океан, летом – с океана на сушу. В зимнее время преобладают ветры юго-западного направления, летом – северные и северо-западные. Повторяемость штилей за год составляет $10\div 15$ %. Средняя годовая скорость ветра равна $3,6\div 4,9$ м/с.

Образование устойчивого снежного покрова происходит во второй половине октября – в первой половине ноября, разрушение во второй половине мая. Число дней со снежным покровом $224-231$. Распределение снега по поверхности неравномерное – от $0,2-0,5$ м на

плоских открытых участках до 1,0-1,5 м на залесенных участках, в оврагах, логах. Среднее число дней с метелями 44-59[3], [4], [26].

1.4. Гидрографическая сеть

Водные объекты рассматриваемой территории представлены многочисленными озерами, реками и болотами. Густота речной сети от начала трассы к ее концу изменяется от 0,39 до 0,32 км/км².

Исследуемая территория представлена реками бассейна р. Пур: Евояха, Большой и Малый Ямсовей, Ягенетта [3], [4] . Ключевой участок расположен в районе рек Евояха, Еленьяха, Халзутаяха и Ванояха

Пур образован реками Айваседа-Пур и Пяку-Пур, стекающих с северных склонов Сибирских Увалов. Длина реки (от истоков р. Айваседапур) 780 км, площадь бассейна 118 000 км². В бассейне много озер и болот, распространена многолетняя мерзлота. Основные притоки — Таб-Яха, Евояха и Ямсовей - Пур принимает слева. В низовье русло реки разбивается на рукава, достигающие местами 1 км ширины. Перед впадением в Тазовскую губу Пур образует сильно заболоченную дельту [20].

Характерными чертами водотоков района являются: слабая врезанность, незначительные уклоны продольного профиля, высокая извилистость и медленное течение. По характеру водного режима реки относятся к типу рек с весенне-летним половодьем и паводками в теплое время года. Основное питание рек осуществляется водами снегового и дождевого происхождения. В снежном покрове сосредотачивается до 50 % запаса воды. Грунтовое питание вследствие наличия вечной мерзлоты весьма незначительно. Водотоки – р. Евояха, р. Большой Ямсовей – в зимнее время не промерзают.

Значения мутности рек изменяются по территории от 15 до 24 г/м³. По принятой в гидрохимии классификации по анионам речные воды относятся к классу гидрокарбонатных. По катионному составу поверхностные воды относятся преимущественно к кальциевым и натриевым водам [3], [4], [6], [20].

1.5. Почвенно-растительный покров

По почвенно-географическому районированию территория исследования относится к Бореальному географическому поясу. Для территории характерны иллювиально-железисто-

гумусовые и иллювиально-гумусовые подзолы. На дренированных участках под лиственничными и кедрово-сосновыми рединами и редколесьями формируются иллювиально-гумусово-железистые почвы. Иллювиально-гумусовые подзолы располагаются в пониженных элементах рельефа – в западинах, по периферии болотных массивов с близким уровнем залегания грунтовых вод. Широко распространены болотные мерзлотные и таёжные глеемерзлотные (криозёмы глеевые) почвы. Таежные глеемерзлотные (криоземы глеевые) почвы развиваются в плакорных условиях на плоских элементах рельефа под лиственнично-еловым редколесьем с кустарничковым покровом на тяжёлых по механическому составу почвообразующих породах [3], [4], [18].

Подзона северной тайги характеризуется преобладанием среди лесной растительности лиственничных и лиственнично-еловых редкостойных лесов и редколесий. Основной лесобразующей породой является лиственница, которая образует древостои с присутствием сосны и кедра. Практически повсеместно в древостое присутствует береза. В подлеске обильны карликовая березка, кустарниковая ольха, ивы. Основную роль играют сфагновые, зеленомошно-кустарничковые и лишайниковые лесные сообщества. На водораздельных пространствах и в долинах господствует лесной тип, представленный редколесьями и редкостойными лесами, преимущественно с кустарничково-лишайниково-зеленомошным, кустарничково-моховым, кустарничково-лишайниковым, реже кустарничково-травяно-моховым напочвенным покровом. Широко распространены гипоарктические кустарнички - водяника, багульник, голубика, карликовая березка. Менее дренированные поверхности заняты бугристыми торфяниками с господством кустарниковых мохово-лишайниковых сообществ. В долинах рек развиты лиственнично-березовые с ольховником травяные леса в сочетании с кустарниковыми ивняками. Зональность растительного покрова нарушена широким развитием интразональной болотной растительности. На территории распространены кустарничково-сфагново-лишайниковые и осоково-пушицево-сфагновые плоскобугристые комплексные болота и крупнобугристые болота в сочетании с плоскобугристыми и грядово-мочажинными болотами [3], [4], [6], [9], [18], [20], [22], [23].

1.6. Животный мир

С зоогеографической точки зрения территория принадлежит Голарктической области. К Бореальной подобласти относятся (с севера на юг):

- зона лесотундр;
- зона тайги (подзона северной тайги).

Основные обитатели тундры: из млекопитающих - песец, северный олень, лемминги, белый медведь; птиц - гагары, казарки, лебеди, утки, крачки, куропатки; рыб – осетр, нельма, арктический голец, налим, минога, сиговые, лососевые, сырок, муксун, щука, карповые.

В лесотундре обитают виды, встречающиеся как в тундре, так и в тайге, увеличивается видовое разнообразие, появляются рептилии и земноводные, специфическим обитателем является сокол-кречет.

В тайге обитают: бурый медведь, россомаха, песец, лемминги, полевки, соболь, колонок, куница, лось, рябчик, глухарь, трехпалый и черный дятлы, филин, свиристель, дрозд, живородящая ящерица, гадюка обыкновенная, сибирский углозуб, травяная лягушка, жаба серая. Из рыб к арктическим видам добавляются (и преобладают) карповые, окуневые, нередко сиговые, чир, щука, хариус [3], [4], [6], [9], [20].

1.7. Ландшафтная структура ключевого участка

Ключевой участок расположен в лесотундровой зоне по оба берега реки Евояха. Площадь участка составляет чуть более 42 км². Характеристика проведена на основе ландшафтной картосхемы, составленной в рамках инженерно-экологических изысканий в 2010 г. ООО ГП «Промнефтегазэкология» (Приложение А).

В основе ландшафтной классификации лежит выделение уникальных урочищ по двум признакам: тип рельефа и почвенно-растительный комплекс. Всего выделено 73 урочища (Приложение Б).

На исследуемой территории распространены лесные, болотные, пойменные и тундровые ландшафты, находящиеся на разных геоморфологических уровнях: округловершинные поверхности IV морской террасы, слабонаклонные приречные поверхности IV морской террасы, хасырейные поверхности IV морской террасы, пологие склоны крутизной 3-8, долины малых рек, лога и ложбины стока, поверхности I надпойменной террасы, поймы крупных и средних рек, антропогенно нарушенные участки, встречающиеся на всех геоморфологических уровнях. 86 % площади ключевого участка приходится на 3 геоморфологических уровня: слабонаклонные приречные поверхности IV морской террасы (37 %), округловершинные поверхности IV морской террасы (24 %) и поймы крупных и средних рек (25 %) (Рисунок 1.). Площади, занимаемые каждым геоморфологическим уровнем, представлены в таблице 1.

Более 60 % территории приходится на ландшафты лесов (37 %) и редколесий и редин (26 %). Еще четверть территории занята тундрами (11 %) и болотами (14 %)(Рисунок 2). Площади, занимаемыми каждым ландшафтным комплексом, представлены в таблице 2.

Полный список урочищ ключевого участка и занимаемые ими площади представлены в Приложении Б.

Лесные ландшафты представлены в основном лиственничными лесами, редколесьями и рединами, в сочетании с сосной, березой, кедром и, местами, елью, а также березовыми и лиственнично-березовыми лесами, редколесьями и рединами, на лишайниковой, моховой или травянистой (в различном сочетании между собой) подстилке.

Болотные ландшафты представлены в основном олиготрофными и мезотрофными, а также грядово-озерковыми и грядово-мочажинными болотами, эфтрофные болота занимают незначительные площади.

Пойменные ландшафты ключевого исследуемого участка представлены по большей части хвойно-мелколиственными лесами, в сочетании из березы кедра и ели, и пляжами, с пионерными группировками травянистой растительности. В меньшей степени распространены ерниковые тундры, ивняки, пойменные разнотравные луга и болота.

Тундровые ландшафты представлены кустарничково-лишайниковыми, травяно-кустарничково-лишайниковыми, кустарничково-моховыми, полигональными и пятнистыми тундрами.

Пространственная дифференциация ландшафтов ключевого участка неравномерна. В северной части преобладают лиственничные и лиственнично-кедровые леса, с примесью сосны и березы, произрастающие на слабонаклонных поверхностях IV морской террасы, а также тундры и олиготрофные болота, находящиеся на округловершинных поверхностях IV морской террасы.

В центральной части находятся пойменные ландшафты, приуроченные к пойме р. Евояха, состоящие, в основном, из песчаных пляжей и хвойно-мелколиственных (большей частью березово-лиственничных) лесов.

На юге ключевого участка наблюдается пестрое сочетание различных по древесному составу редколесий и реди, олиготрофных, грядово-озерковых, грядово-мочажинных болот и различных типов тундр, а также антропогенно нарушенных участков, расположенных на слабонаклонных и округловершинных поверхностях IV морской террасы.

ГЛАВА 2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЛАНДШАФТОВ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

2.1. Методика расчета экологического риска

Экологический риск природопользования на ландшафтах исследуемого участка оценен при помощи расчета коэффициента экологического риска (КЭР) для каждого отдельно взятого урочища ключевого участка.

По Г. Е. Вильчеку [10], [11], под экологическим риском освоения территории следует понимать совокупность всех вероятных негативных последствий антропогенной трансформации экосистем, включая антропогенные изменения их структуры и функционирования, снижение ресурсного потенциала и биологического разнообразия. Это понятие несколько напоминает понятие чувствительности ландшафта – способности ландшафта изменять структурно-динамические свойства под воздействием комплекса агентов антропогенного вмешательства и возможных природных катастрофических процессов [21].

Коэффициент экологического риска имеет количественную характеристику от 0 до 1, которая рассчитывается на основе сведений о структурно-динамических, ресурсных, функциональных свойствах экосистем и их устойчивости к антропогенному воздействию. КЭР рассчитывается по методике, разработанной в Институте географии РАН. После того как для каждой экосистемы определены указанные параметры, коэффициент экологического риска можно рассчитать по формуле 1:

$$\text{КЭР} = 0,04N^2 + 0,1E - 0,05(S + R) + 0,16, \quad (1)$$

где N, S, E и R - частные оценки ценности и устойчивости экосистем в баллах:

N - природоохранная ценность;

E - хозяйственная ценность (устойчивость к механическому воздействию);

S - геохимическая устойчивость;

R - биологическая устойчивость.

Коэффициенты при них отражают значимость каждого параметра в интегральной оценке, свободный коэффициент 0,16 обеспечивает изменение КЭР в пределах от 0,0 до 1,0.

Все многообразие выявленных природных комплексов можно объединить в 3 группы со сходным коэффициентом экологического риска и определенными рекомендациями по размещению нефтепромысловых объектов в их пределах:

- КЭР 0,0-0,3 – промышленное освоение допустимо без дополнительных ограничений с соблюдением существующих стандартов;
- КЭР 0,31-0,7 – промышленное освоение допустимо при условии соблюдения дополнительных ограничений и принятии соответствующих мер;
- КЭР 0,71-1,0 – промышленная деятельность недопустима, либо допустима для объектов экологически чистой технологии [10], [11].

2.1.1. Природоохранная ценность ландшафтов

Природоохранная ценность ландшафтов оценивается на основе балльной системы, определяемой по принципу, насколько важен ландшафт с данной функцией для сохранения природного комплекса в целом. В. В. Козин [19] выделяет 4 группы ландшафтов по степени природоохранной ценности (от 0 до 3 баллов соответственно):

- 0 (низкая) – экосистемы низинных болот, заболоченных пойм, пойменных лугов с длительным сроком затопления, экосистемы, утратившие свою природозащитную функцию и нуждающиеся в рекультивации;
- 1 (средняя) – экосистемы верховых и переходных болот, лесов (включая пойменные) со значительными ресурсами ягод и грибов, запасами древесины, экосистемы пойменных лугов (сенокосные угодья), подболоченных лесов с водозапасающей и водорегулирующей функциями;
- 2 (высокая) – экосистемы кедровых лесов (охотничье-промысловая и орехово-промысловая функции), экосистемы смешанных лесов, выполняющие лесовосстановительные, ландшафтно-стабилизирующие функции, экосистемы пойм рек малого порядка;
- 3 (очень высокая) – экосистемы долин рек крупных порядков с водоохранной функцией.

2.1.2. Хозяйственная ценность ландшафтов

Хозяйственная ценность ландшафтов, с точки зрения устойчивости по отношению к механическому воздействию, оценивается по балльной системе от 0 до 3 баллов [19]:

- 0 (наиболее неустойчивые) – озера, русла рек;
- 1 (неустойчивые) – пойменные хвойно-мелколиственные леса, озерково-болотные комплексы, экосистемы долинообразных понижений с хвойно-березовыми травяно-болотными лесами;
- 2 (среднеустойчивые) – экосистемы верховых облесенных болот, подболоченных лесов;
- 3 (устойчивые) – экосистемы хорошо дренированных суглинистых водоразделов и надпойменных террас со смешанными лесами, пойменные лугово-кустарниковые комплексы, низинные болота.

2.1.3. Геохимическая и биологическая устойчивость ландшафтов

Биологическая устойчивость определяется структурой биогеоценозов, степенью дренированности и увлажнения, механическим составом почвогрунтов, объемом и продолжительностью механического воздействия [17].

Геохимическая устойчивость ландшафтов - способность к самоочищению от продуктов техногенеза, которая во многом зависит от скорости химических превращений поллютантов и интенсивности выноса последних из экосистем. Наиболее детально параметры устойчивости геосистем и почв к техногенезу разработаны в работах Глазовской [13], [14], [15], [16].

Биологическая и геохимическая устойчивость ландшафтов определяется на основе экспертной балльной оценки. Критерии оценки представлены в таблице 3.

В результате суммирования баллов покомпонентной оценки определяются группы ландшафтных экосистем, имеющие различную степень устойчивости, исчисляемую от 0 до 3 баллов. За 3 балла принимается наибольший показатель устойчивости (по сумме высших оценок).

Степень биологической устойчивости экосистем определена следующим образом:

- 0 баллов – неустойчивые (сумма баллов 0-6);
- 1 балл – малоустойчивые (сумма баллов 7-12);
- 2 балла – относительно устойчивые (сумма баллов 13-18);
- 3 балла – устойчивые (сумма баллов 19-26).

По степени геохимической устойчивости различаются:

- 0 баллов – неустойчивые (сумма баллов 0-10);
- 1 балл – малоустойчивые (сумма баллов 11-20);
- 2 балла – относительно устойчивые (сумма баллов 21-30);
- 3 балла – устойчивые (сумма баллов 31-41) [10], [11].

2.2. Расчет экологического риска ландшафтов ключевого участка

Для каждого урочища ключевого участка, с целью оценки экологического риска, был произведен расчет природоохранной и хозяйственной ценности [7], биологической устойчивости и геохимической устойчивости. Результатом этого стал расчет интегрального коэффициента экологического риска [10], [11] и построение картосхемы значений КЭР урочищ ключевого участка (Приложение В) [8]. Пример расчетной таблицы приведен на рисунке 3, Полная версия таблицы расчетов приведена в приложении Г.

Из 73 урочищ ключевого участка 44% (32) приходится на урочища с КЭР равным $< 0,3$, 55% (40) - на урочища с КЭР равным $0,3-0,7$ и 1 % (1) на урочища с КЭР равным $> 0,7$ (Рисунок 4).

Преобладающая часть исследуемой территории (67% или 2833,550 га) относится к зоне со средними значениями коэффициента экологического риска ($0,3-0,7$), это территории преимущественно северной и центральной части ключевого участка, в южной части - фрагментарно. Это означает, что промышленное освоение допустимо при условии соблюдения дополнительных ограничений и принятии соответствующих мер. В эту категорию попадают все ландшафты хвойных и хвойно-мелколиственных (с преобладанием хвойных пород) лесов, редколесий и редин, а также основная масса олиготрофных и мезотрофных болот.

К зоне с низким значением КЭР ($< 0,3$) относится 24 % исследуемой территории (1029,758 га). Здесь промышленное освоение допустимо без дополнительных ограничений с соблюдением существующих стандартов. Сюда попадают все тундровые ландшафты, эвтрофные, грядово-озерковые и грядово-мочажинные болота, кустарниковые и луговые сообщества, хвойно-мелколиственные (с преобладанием мелколиственных пород) леса и антропогенно нарушенные территории, расположенные преимущественно в южной части ключевого участка, а также на округловершинных поверхностях IV морской террасы и в долинах рек Ванояха (рисунок 5) и Еленьяха.

Территории с высоким значением КЭР ($> 0,7$) занимают 3 % исследуемого ключевого участка (102,371 га). Сюда относится территория песчаных пляжей и отмелей, находящаяся в пойме р. Евояха (рисунок 5). На этой территории промышленная деятельность недопустима, либо допустима для объектов экологически чистой технологии.

Таблица 4 и рисунок 6 показывают дифференциацию территории ключевого участка по площадям, занятым урочищами с различными коэффициентами экологического риска.

ГЛАВА 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЛАНДШАФТОВ В СОЧЕТАНИИ С ВЕЛИЧИНОЙ ПЛАТЫ ЗА УЩЕРБ ПРИ ПОЛНОМ УНИЧТОЖЕНИИ ЛАНДШАФТА

Коэффициент экологического риска следует учитывать при проектировании протяженных линейных объектов с целью нанесения как можно меньшего ущерба окружающей среде. Но данный ущерб, производимый компанией, для нее самой выражается в качестве денежной платы за причиненный ущерб природе. Для расчета платы существуют утвержденные государственные методики, учитывающие ущерб по отдельным компонентам природной среды. Далее произведен расчет платы за полное уничтожение растительности урочищ ключевого участка, а также попытка скорректировать эту величину платы (с точки зрения более экологически и экономически эффективного проектирования) с помощью КЭР.

3.1. Расчет платы за ущерб при полном уничтожении растительности ландшафта

Размер ущерба рассчитывается для ситуаций полного уничтожения растительности, как наиболее серьезной ситуации, которая может произойти при строительстве и эксплуатации трубопроводов. Для этих целей существует утвержденная государственная методика исчисления размера вреда, причиненного лесам, в том числе лесным насаждениям, или не отнесенным к лесным насаждениям деревьям, кустарникам и лианам вследствие нарушения лесного законодательства, представленная в Постановлении Правительства РФ от 08.05.2007 № 273 «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства» [1][5]. Непосредственно ставки платы предоставляет Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» [2].

Исходя из указанных постановлений, расчет платы за ущерб рассчитывается по формуле 2:

$$Y = M \times C \times T, \quad (2)$$

где Y – плата за ущерб растительности, руб/га;

М – количество уничтоженной растительности, м³/га для деревьев и кустарников и кг/га для лесной подстилки, мохово-лишайникового покрова, тростника, камыша.

С – ставка платы за единицу объема уничтоженной растительности [2, табл. 1, табл. 6], Т – такса для исчисления размера ущерба [1, прил. 1].

Количество древесной растительности с гектара каждого урочища ключевого участка находилось с использованием формулы 3:

$$M = \sum z_b \times k \times k_d, \quad (3)$$

где z_b – запас древостоя данной породы, бонитета и возраста исходя из таблиц полноты древостоя [24];

k – коэффициент учитывающий тип леса (для леса – 0,7, для редколесья – 0,5, для редины – 0,3);

k_d – доля данной породы деревьев в данном урочище.

Для удобства и единообразия, вся древесная растительность бралась из расчета 60-летнего возраста и бонитетов: IV – для леса, V – для редколесий и Va – для редины.

Количество кустарниковой, кустарничковой, травянистой растительности и мохово-лишайникового покрова с гектара каждого урочища ключевого участка бралось из таблицы запаса фитомассы в сообществах лесотундры Зауралья [12].

По итогам расчетов была построена таблица, охватывающая все урочища ключевого исследуемого участка (Рисунок 8). Для удобства восприятия таблица отсортирована по величине платы. Соотнесение номера по порядку в таблице с конкретным видом урочища представлено в Приложении Д.

Все урочища были условно разделены на 5 групп, в зависимости от величины платы за 1 га уничтоженной растительности. Пороговые значения групп и площади, занимаемые урочищами каждой группы, показаны в Таблице 5 и на Рисунке 9.

К красной группе (>150 т.р./га) относятся лесные урочища. На группу приходится 41% занимаемой площади ключевого участка.

Оранжевая группа (100-150 т.р./га) представлена урочищами хвойных и хвойно-мелколиственных редколесий, сочетаний лесов и редколесий, сочетаний редколесий и редины, а также ивняками. Группа занимает 18% площади ключевого участка

В желтую группу (50-100 т.р./га) попадают сочетания мелколиственных, с участием хвойных пород, редколесий и реди́н, сочетания хвойных и хвойно-мелколиственных редколесий и реди́н с тундрами, травяно-кустарничковые тундры и лугово-ивняковые сообщества. Этой группе отведено 5% площади ключевого участка.

Урочища светло-зеленой группы (25-50 т.р./га) составляют антропогеннонарушенные участки, в том числе карьеры, с луговой растительностью и подростом березы и сосны, эвтрофные, плоскобугристые, грядово-озерковые болота, кустарничково-моховые тундры. Урочища этой группы занимают 13% исследуемого участка.

К темно-зеленой группе (<25 т.р./га) относятся урочища плоско- и крупнобугристых, олиготрофных болот, ерниковых тундр, эрозиофильные травянистые группировки и песчаные пляжи с разряженными пионерными группировками растительности. Ими занято 17% площади.

3.2. Ориентировочная плата за ущерб при полном уничтожении растительности ландшафта с поправкой на коэффициент экологического риска

Как видно из предыдущего раздела, урочища довольно четко разделяются на группы по величине платы за полное уничтожение растительности. Но не любое воздействие на ландшафт является настолько критичным, что приводит к таким последствиям. С одной стороны на это влияет масштаб катастрофы, а с другой – степень устойчивости ландшафта к воздействию. Именно степень устойчивости ландшафтов и выражает КЭР, а так как это коэффициент, следовательно, можно задействовать его при каких-либо расчетах.

Если умножить рассчитанную величину платы за полное уничтожение ландшафта на КЭР, можно оценить возможность финансовых потерь заранее, на стадии проектирования трубопровода. Ведь, даже несмотря на высокую ставку платы за уничтожение ландшафта, если ландшафт обладает низким КЭР, его уничтожение при данном конкретном воздействии может и не случиться, чего нельзя сказать о ландшафте с высоким КЭР, попавшим под такое же воздействие.

Исходя из этих рассуждений, могут возникнуть ситуации, когда будет разумнее спроектировать трубопровод на территории с более дорогими ландшафтами, но при этом имеющими менее высокий КЭР. Тем более что уничтожение растительности ландшафта приведет к усилению опасных экзогенных процессов и гидрологических явлений, таких как: дефляция, склоновые процессы (оползни, осыпи, солифлюкция и пр.), линейная эрозия, заболачивание

и другие процессы и явления, которые могут негативно повлиять на функционирование трубопровода, что может привести к катастрофическим последствиям и финансовым убыткам на ремонт и плату за ущерб окружающей среде.

На Рисунке 10 соотнесена рассчитанная ранее величина платы с этой же величиной, но с поправкой на КЭР. Отметить, как урочища поменяли свою позицию в списке можно с помощью колонки № ландшафта – номер в этой колонке совпадает с номером из Рисунка 8 и Приложения Д. Для удобства таблица отсортирована по плате с поправкой на КЭР и также, повторно, урочища разделены на 5 групп. Пороговые значения групп и площади, занимаемые урочищами каждой группы, показаны в Таблице 7 и на Рисунке 11. Также на Рисунке 12 в графическом представлении соотносятся величины платы до и после введения поправки в виде КЭР.

Видно, что, в целом, картина распределения урочищ несколько поменялась. Это свидетельствует о том, что при планировании мест прокладки трубопроводов необходимо учитывать КЭР урочищ, по которым будет происходить строительство, пытаться найти равновесие между выгодами, выражающимися в меньших затратах на вероятное восстановление ущерба при возможных аварийных ситуациях и нанесением меньшего урона окружающей среде ландшафту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время происходит активное освоение северных территорий. К сожалению, на данный момент, любое хозяйственное освоение территории сопряжено с риском нарушения функций и разнообразия ландшафтов. Особенно болезненной, в этом отношении, является территория лесотундры, располагающая большим разнообразием ландшафтов чем соседствующие с ней тундра и тайга. Наиболее масштабными источниками влияния на ландшафт являются различные протяженные линейные объекты, в частности, трубопроводы. Исходя из этого, при проектировании объектов строительства необходимо учитывать ландшафтную структуру территории, а также такую характеристику ландшафтов, как коэффициент экологического риска.

Но данную характеристику не стоит рассматривать как непосредственную преграду для природопользователей, как может показаться на первый взгляд. Напротив, учет ландшафтной структуры и КЭР поможет сократить вероятные в будущем финансовые потери, которые могут выражаться в качестве экологических платежей за уничтожение ландшафта при аварийных ситуациях, а также, непосредственно убытков, возникших при аварийных ситуациях, источником которых послужила деградация ландшафтов с высоким КЭР (такими источниками часто являются опасные экзогенные процессы и гидрологические явления, активизирующиеся при ухудшении качеств ландшафта).

По итогам работы были получены следующие результаты:

1. Площадную структуру ландшафтов исследуемой территории составляют лесные, болотные, пойменные и тундровые ландшафты.

Лесные ландшафты представлены в основном лиственничными лесами, редколесьями и рединами, в сочетании с сосной, березой, кедром и, местами, елью, а также березовыми и лиственнично-березовыми лесами, редколесьями и рединами, на лишайниковой, моховой или травянистой (в различном сочетании между собой) подстилке.

К болотным ландшафтам относятся в основном олиготрофными и мезотрофными, а также грядово-озерковыми и грядово-мочажинными болотами, эфтрофные болота занимают незначительные площади.

Пойменные ландшафты ключевого исследуемого участка состоят по большей части из хвойно-мелколиственных лесов, в сочетании с березой кедром и елью, и пляжей, с пионер-

ными группировками травянистой растительности. В меньшей степени распространены ерниковые тундры, ивняки, пойменные разнотравные луга и болота.

Тундровые ландшафты представлены кустарничково-лишайниковыми, травяно-кустарничково-лишайниковыми, кустарничково-моховыми, полигональными и пятнистыми тундрами.

2. Пространственная дифференциация ландшафтов ключевого участка неравномерна. В северной части преобладают лиственничные и лиственнично-кедровые леса, с примесью сосны и березы, произрастающие на слабонаклонных поверхностях IV морской террасы, а также тундры и олиготрофные болота, находящиеся на округловершинных поверхностях IV морской террасы.

В центральной части находятся пойменные ландшафты, приуроченные к пойме р. Евояха, состоящие, в основном, из песчаных пляжей и хвойно-мелколиственных (большей частью березово-лиственничных) лесов.

На юге ключевого участка наблюдается пестрое сочетание различных по древесному составу редколесий и редиин, олиготрофных, грядово-озерковых, грядово-мочажинных болот и различных типов тундр, а также антропогенно нарушенных участков, расположенных на слабонаклонных и округловершинных поверхностях IV морской террасы.

3. В ходе работы применялась методика расчета коэффициента экологического риска Г.Е. Вильчека, так как, на данный момент, только с помощью этой методики можно интегрально оценить ландшафты по нескольким критериям, а именно природоохранная ценность, хозяйственная ценность (она же устойчивость к механическому воздействию), биологическая и геохимическая устойчивость. Также, плюсом методики, является результирующий коэффициент в долях единицы, который позволяет оценить и сравнить между собой ландшафты более четко, чем при использовании различных балльных оценок.

По итогам расчетов выяснено, что преобладающая часть исследуемой территории (67% или 2833,550 га) относится к зоне со средними значениями коэффициента экологического риска (0,3-0,7). Это означает, что промышленное освоение допустимо при условии соблюдения дополнительных ограничений и принятии соответствующих мер. В эту категорию попадают все ландшафты хвойных и хвойно-мелколиственных (с преобладанием хвойных пород) лесов, редколесий и редиин, а также основная масса олиготрофных и мезотрофных болот.

К зоне с низким значением КЭР ($< 0,3$) относится 24 % исследуемой территории (1029,758 га). Здесь промышленное освоение допустимо без дополнительных ограничений с соблюдением существующих стандартов. Сюда попадают все тундровые ландшафты, эвтрофные, грядово-озерковые и грядово-мочажинные болота, кустарниковые и луговые сообщества, хвойно-мелколиственные (с преобладанием мелколиственных пород) леса и антропогенно нарушенные территории.

Территории с высоким значением КЭР ($> 0,7$) занимают 3 % исследуемого ключевого участка (102,371 га). Сюда относится территория песчаных пляжей и отмелей. На этой территории промышленная деятельность недопустима, либо допустима для объектов экологически чистой технологии.

4. Во время проектирования трубопроводов, при анализе вероятного возникновения нештатных ситуаций на них, нужно обращать внимание не только на фактическую стоимость ландшафта при его уничтожении, а на эту стоимость с учетом КЭР. Это позволит найти равновесие между выгодами, выражающимися в меньших затратах на вероятное восстановление ущерба при возможных аварийных ситуациях и нанесением меньшего урона окружающему ландшафту.

Полученные результаты могут быть полезны при проектировании других объектов трубопроводного транспорта, с целью организации рационального природопользования и минимизации ущерба природной среде.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Нормативные документы

1. Постановление Правительства РФ от 08.05.2007 N 273 (ред. от 11.10.2014, с изм. от 02.06.2015) «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства» (вместе с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного лесам, в том числе лесным насаждениям, или не отнесенным к лесным насаждениям деревьям, кустарникам и лианам вследствие нарушения лесного законодательства»).
2. Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 N 310 (ред. от 09.06.2014) «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности».

Литература

3. Атлас Тюменской области. – М.-Тюмень: Изд-во МГУ и ГУГК, 1971. – Вып. 1. — 198 с.
4. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа [Карты] : карта, картографическое издание / Редкол.: Л.И. Левинзон, А.В. Артеев, С.И. Ларин и др. ; Администрация ЯНАО, Тюменский гос. ун-т, Эколого-географич. фак. - Омск : Омская картографическая фабрика, 2004. - 303 с. : карты. - (в пер.) : Дарств.
5. Ахмедова И.Д. Экономическая оценка экологического ущерба: учебное пособие. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2012. 200 с.
6. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области / В.В. Бакулин, В.В. Козин – Свердловск : Средне-Уральское книжное издательство, 1996. – 240с.
7. Басов Ю. М. Ландшафтно-экологическое обеспечение проектировочных работ в трубопроводном транспорте в условиях лесотундры Надым-Пурского междуречья // актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития тюменского региона [Электронный ресурс]: материалы 67-й студенческой научной конференции, г. Тюмень, 21 апреля 2016 года. Вып. 2 / сост. канд. геогр. наук, доцент И. Д. Ахмедова. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2016. С. 49-55.
8. Басов Ю. М. Оценка устойчивости лесотундровых ландшафтов Надым-Пурского междуречья // Научное сообщество студентов XXI столетия. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLIV междунар. студ. науч.-практ. конф. URL:[http://sibac.info/archive/nature/8\(43\).pdf](http://sibac.info/archive/nature/8(43).pdf)

9. Берг Л.С. Природа СССР. – Изд. 3-е – М.: Государственное издательство географической литературы, 1955. – 496 с.
10. Вильчек Г.Е. Устойчивость тундровых экосистем и прогнозирование последствий их антропогенной трансформации // Известия РАН. Сер. Географическая, 1995, № 3. С. 59-69.
11. Вильчек Г.Е. Экология, экономика, право. – М., 1997. 200 с.
12. Гашева А.Ф. Запасы фитомассы некоторых сообществ стационара «Харп» // Биомасса и динамика растительного покрова и животного населения в лесотундре.- Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974.- С. 106-107.
13. Глазовская М.А. Биогеохимическая организованность экологического пространства в природных и антропогенных ландшафтах как критерий их устойчивости / Изв. РАН. Серия География. 1992. № 5. С. 5—12.
14. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 2002. — 271 с.
15. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во МГУ, 1997. 102 с.
16. Глазовская М.А. Способность окружающей среды к самоочищению / Природа. 1979. № 3.
17. Двинских С.А., Максимович Н.Г., Малеев К.И., Ларченко О.В. Экология лесопарковой зоны города / Под общ. ред. С. А. Двинских. — СПб.: Наука, 2011. — 154 с. Ил. 56.
18. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. – География почв: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 460 с. – (Классический университетский учебник).
19. Природопользование на северо-западе Сибири : опыт решения проблем / под ред.: В. В. Козина, В. А. Осипова. – Тюмень: изд-во ТюмГУ, 1996. — 167 с.
20. Рихтер Г.Д. (ответств. ред.) Природные условия и естественные ресурсы СССР. Западная Сибирь – М.: Издательство Академии наук, 1963 г.- 488 с.
21. Семенов Ю.М., Суворов Е.Г. Геосистемы и комплексная физическая география // География и природные ресурсы. 2007, № 3. С. 17.
22. Тыртиков А.П. Основные закономерности распространения вечной мерзлоты Западной Сибири и этапы ее развития – М.: Изд-во МГУ, 1974.
23. Физико-географическое районирование Тюменской области / под ред. Н.А. Гвоздецкого. – М. : Издательство Московского государственного университета, 1973. – 248с.

24. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). – М. : Министерство природных ресурсов РФ, Федеральное агентство лесного хозяйства, Международный институт прикладного системного анализа, 2006. – 803 с.

25. Шполянская Н.А. Основные закономерности распространения вечной мерзлоты Западной Сибири и этапы ее развития // Природные условия Западной Сибири / под. ред. Попова А.И. – М.: Изд-во МГУ, 1971. Вып. 1. – 239 с.

Источники

26. <http://rp5.ru> – архив климатических характеристик.

