МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ

На правах рукописи

Широков Рой Сергеевич

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА

Специальность 25.00.36 - Геоэкология

Диссертация на соискание учёной степени

кандидата географических наук

Научный руководитель:

доктор технический наук, профессор

Шаповалов Дмитрий Анатольевич

Научный консультант:

доктор геолого-минералогических наук,

Васильев Александр Алексеевич

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

ГЛАВА 1. НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА .8

1.1. Физико-географическая характеристика прибрежно-морской области Западного

Ямала 8

1.2. Исследовательская и методологическая база 15

1.3. Выводы 25

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА 26

2.1. Изменения климата 26

2.2. Изменение морских и прибрежных гидрологических условий 39

2.3. Многолетнемёрзлые породы в прибрежно-морской области 50

2.4. Соотношение континентальной и шельфовой мерзлоты в переходной области81

2.5. Особенности ландшафтной структуры Западного Ямала 85

2.6. Влияние антропогенной деятельности на геоэкологические условия 93

2.7. Выводы 95

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА

ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА 98

3.1. Методические подходы к оценке динамики геоэкологических условий прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата 99

3.2. Оценочные критерии геоэкологической напряжённости состояния окружающей

среды 105

3.3. Формирование геоэкологических условий прибрежно-морской области при

изменении климата 110

3.4. Оценка динамики геоэкологических условий Западного Ямала 113

3.5. Выводы 121

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 124

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ 127

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прибрежно-морская область Западного Ямала - наиболее чувствительная и уязвимая территория при климатических изменениях. Ширина полосы риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега. Анализ полученных данных по трендам среднегодовой температуры воздуха показал, что в течение последних 50 лет на Западном Ямале реализуется умеренный сценарий потепления климата с ростом среднегодовых температур до 4,0-4,5оС/100 лет и повышением температуры придонного слоя воды в Карском море со скоростью до 0,028оС в год. Из-за потепления климата в этой зоне формируются более благоприятные условия для развития растительного покрова и прироста биомассы. Одновременно наблюдается прогрессирующее оттаивание верхнего горизонта мёрзлых пород и развитие деструктивных процессов. Для выявления последствий климатических изменений создана геоэкологическая исследовательская и методологическая база Западного Ямала (БД\_ЗЯмал), состоящая из трёх блоков - континентальная часть - БД\_КЧ, переходная область - БД\_ПО и морская часть - ГИС\_КМ. БД\_КЧ включает в себя: метеорологические и климатические данные, геологическое и геокриологические строение; температурный режим ММП, температурный режим почв, данные по динамике сезонного оттаивания, ландшафтное строение, геоботанические описания и растительный покров. БД\_ПО содержит информацию о температуре и солёности моря на мелководье, температурному режиму пород в области деградации и новообразования ММП, ГИС-ориентированную карту типов мёрзлых толщ в прибрежно¬морской области, данные о динамике арктических берегов и отступании береговой линии; динамике поверхности пляжа и примыкающего подводного берегового склона. ГИС\_КМ содержит информацию о придонной температуре и солёности Карского моря, серию общеупотребительных карт (придонной температуры Карского моря, осреднённой за весь период наблюдения, карты летних и зимних придонных температур); геоинформационную основу.

БД\_ЗЯмал применена для геоэкологической оценки динамики состояния природной среды прибрежно-морской области Западного Ямала и позволила разработать:

• оценочные критерии динамики состояния природной среды и её компонентов, таких как климат, ландшафт, рельеф, ММП, почвы, растительность;

• форматы и первичное наполнение баз данных геоэкологического мониторинга в континентальных условиях по предшествующим наблюдениям;

• комплексную (интегральную) оценку динамики состояния природной среды и её компонентов прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата;

• ГИС-ориентированную карту соотношения мерзлых толщ прибрежно-морской области Карского моря;

• алгоритм пополнения БД\_ЗЯмал в форматах, пригодных для использования в

ГИС;

• аналитические карты пространственно-временного распределения придонной температуры и солёности воды на основе батиметрических, геологических данных особенностей шельфовой зоны северных морей;

• уточнённые аналитические ГИС-ориентированные геоэкологические карты на основе анализа климатических параметров Западного Ямала и гидродинамики Карского моря;

• геоэкологические модели (картосхемы) оценки изменения природной среды.

Установлено, что в пределах прибрежно-морской области Западного Ямала, на

коротком пространстве, в её разных природных зонах одновременно наблюдаются реверсивные реакции (тренды) компонентов природной среды на климатические изменения, определяющие изменения геоэкологических условий этих зон.

Сформулированные основные принципы интегральной (балльно-рейтинговой) оценки динамики геоэкологического состояния природной среды прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата таковы: 1) устойчивость оценивается с помощью показателей, характеризующих изменчивость (динамичность) геосистемы: чем больше динамичность, тем меньше устойчивость и наоборот; 2) значения этих показателей должны быть результатом реализации по возможности большего числа внутрисистемных связей: чем больше связей, тем репрезентативнее показатель.

Оригинальная методика интегральной оценки динамики геоэкологического состояния природной среды прибрежно-морской области Западного Ямала включала в себя следующие положения: определение комплекса показателей-факторов природной среды, влияющих на геоэкологическую обстановку; выявление реверсивных показателей изменения окружающей среды; ранжирование уровней геоэкологической нарушенности (дестабилизации); выделение комплекса оценочных критериев геоэкологической напряжённости окружающей среды; обоснование шкалы балльно-рейтинговой оценки динамики геоэкологических условий на основе выделенных оценочных критериев относительно показателей устойчивости геосистемы с учётом реверсивных показателей; интегральную (балльно-рейтинговую) оценку динамики геоэкологических условий прибрежно-морской области Западного Ямала относительно показателей устойчивости геосистемы с применением ГИС-технологий на основе разработанной методики.

Комплекс критериев динамики состояния геоэкологической среды разработан на основе четырёхранговой оценочной структуры, соотнесённой с показателями устойчивости геосистемы. Для оценки динамики геоэкологических условий прибрежно-морской области

Западного Ямала выбран балльный подход, в котором каждому показателю (фактору природной среды, влияющему на геоэкологическую обстановку) присваивался балл от 1 до

10. Баллы рассчитывались на основе оценочных критериев в процентном соотношении относительно показателей устойчивости геосистемы.

В целом же геоэкологические условия можно пока считать достаточно устойчивыми (7 баллов, >50%), за исключением случаев промышленного освоения, при котором антропогенная нагрузка может превысить адаптивные возможности природной среды