Геоинформационная оценка устойчивости природных комплексов высокоширотной Арктики к рекреационному антропогенному воздействию.

Д. В. Добрынин [1], А. А. Семиколенных[2], А. С. Чекмарёва[3]

[1] *«Сканэкс» Ведущий эксперт, научный сотрудник ИПЭЭ им Северцова ddobrynin@yandex.ru*
[1] *Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова aasemik@list.ru*
[3] *Национальный парк «Русская Арктика» ведущий научный сотрудник ann-192@yandex.ru*

Мыс Флора - памятник природного и культурного значения, расположенный на юге архипелага Земли Франца – Иосифа входящей в национальный парка «Русская Арктика». Период антропогенного воздействия имеет, более чем столетнюю, историю. За этот период здесь происходили не только значительные события, связанные с изучением и освоением Арктики, но и накапливалось последствие антропогенного воздействия на арктические экосистемы. Современная динамика антропогенного воздействия связана с усилением рекреационного и транспортного фактора может привести к утрате экологических функций территорий с высоким биоразнообразием и историческими памятниками.

Для оценки масштабов антропогенного воздействия и динамики тех процессов, развитие которых напрямую зависит от рекреационных нагрузок, были проведены геоинформационные и экспедиционные исследования. Они были разбитые на три этапа: камеральный–подготовительный, полевой, камеральный–заключительный.

На предполевом камеральном этапе, методами ландшафтно-индикационного дешифрирования, на основе мультиспектральных сверхвысокодетальных космических снимков, авторами была создана карта-гипотеза природных комплексов района работ. Было использовано изображение, полученное 18 сентября 2012 года спутником GeoEye, с разрешением 0.5 метра на пиксел. В процессе дешифрирования контуров природных комплексов мыса Флора, принимались во внимание такие их особенности, как характер грунтов, режим их увлажнения, смещенность фенологических аспектов развития растительности на склонах различной экспозиции и крутизны. Были установлены, формализованы и типизированы признаки проявления современных и реликтовых экзогенных процессов: морозобойного растрескивания, солифлюкционных явлений, пучения грунтов. Одновременно, в зонах проявления экзогенных процессов выделялись контура растительных сообществ и проводилась их типизация.

Работы полевого этапа были посвящены уточнению границ контуров камерально созданной карты, а также, заверке точности внутриконтурного содержания. Так же была дана оценка детальности типологии использованной для создания легенды камеральной карты. В процессе полевых исследований, выявлялись факторы фенологического запаздывания в развитии растительности на разнообразных элементах рельефа, для фоновых экосистем и их аналогов, испытывающих рекреационное воздействие различной интенсивности. Выявленные взаимосвязи растительности с факторами рельефа, грунтов, водного режима, и микроклимата структурировались и были положены в основу серии тематических карт. Полевые работы проводились авторами в составе группы

национального парка «Русская Арктика» с 6.07.2017 по 24.07.2017 на полевом стационаре «мыс Флора» на острове Нортбрук.

На завершающем камеральном этапе, прошедшие полевую верификацию материалы дешифрирования, легли в основу цифрового атласа природных комплексов мыса Флора. В этот атлас вошли карты следующего содержания: « Типы склоновых процессов», « Интенсивность линейных эрозионных процессов», « Нарушение режима промерзания грунтов», « Интенсивность гравитационных процессов на склонах, в нивационных нишах и уступах.»

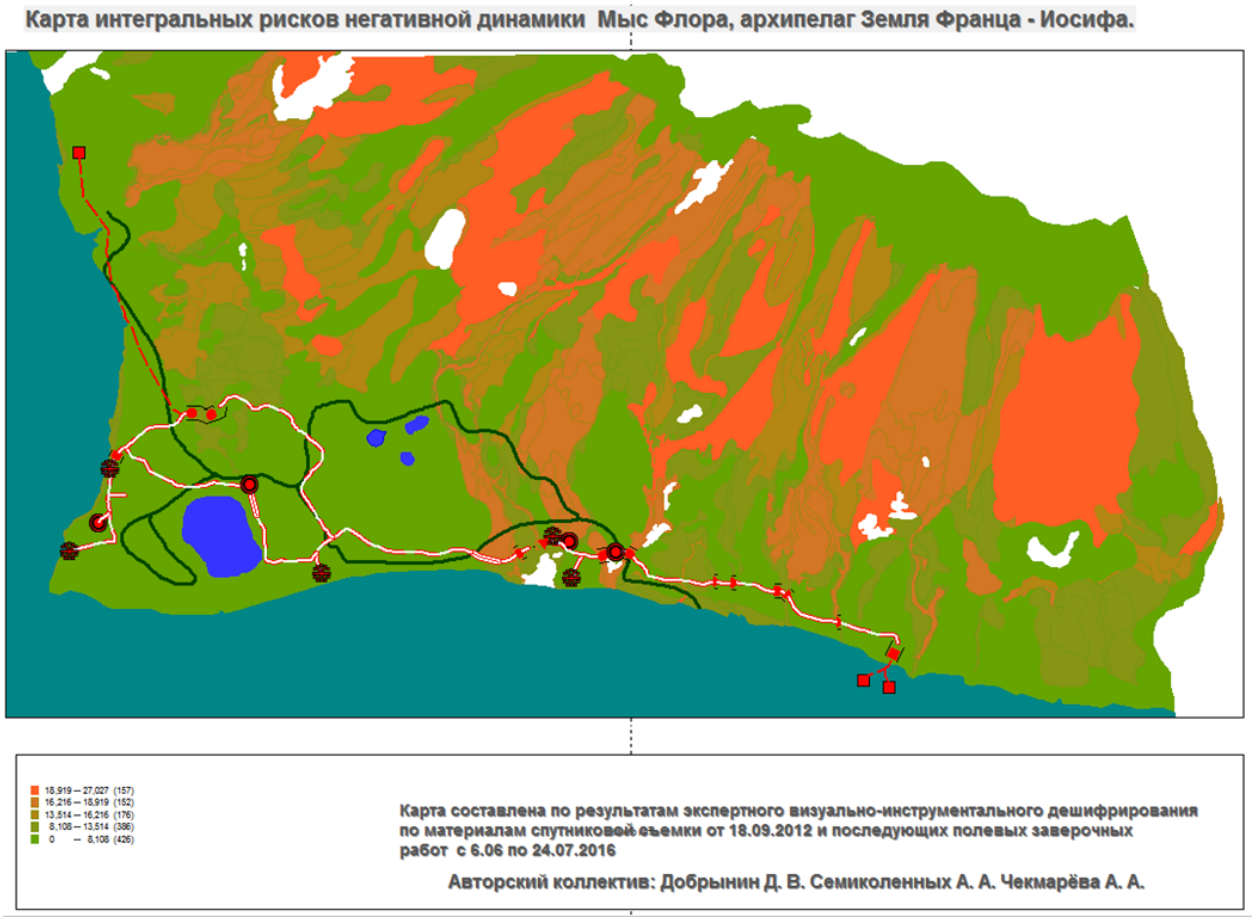
Для экосистем Севера трудно выделить один доминирующей фактор, определяющий специфику индивидуального развития. Их формирование чаще происходит под воздействие нескольких тесно взаимосвязанных друг с другом факторов: микроклиматических, гидрологических, эдофических и групп эрозионных, склоновых и криогенных процессов. Анализ условий развития современных экзогенных процессов на структуру экосистем острова Нортбрук позволил выделить пять основных факторов, сочетание которых определяет уязвимость по отношению к антропогенной нагрузке.

Для каждого из факторов были сформулированы определяющие признаки дешифрирования космических снимков, и описаны основные принципы полевой заверки.

Отдельное внимание было уделено разработке принципов картографирования устойчивости арктических растительных сообществ. Помимо традиционного набора факторов, определяющих устойчивость нами учитывались аспекты преобладания различных жизненных форм доминантов растительных сообществ и стратегий развития компонентов растительного покрова. Говоря о устойчивости биокостных компонентов экосистемы, следует отметить ведущую роль дернины и дерновых горизонтов арктических почв. Признаки деградации дернины и снижение ее роли в стабилизации склоновых и криогенных процессов легли в основу картографической индексации степени устойчивости в цифровом атласе карт «Природные комплексы мыса Флора». Базы данных цифровых карт этого атласа были использованы для разработки критериев устойчивости всего спектра экосистем мыса Флора к рекреационным нагрузкам.

Для построения карты интегральных рисков для экосистем мыса Флора была произведена экспертная оценка степени риска негативной динамики от антропогенной нагрузки. На основании сопоставления исходных растительных сообществ и их аналогов испытывающих антропогенное воздействие в настоящим или прошлом разработаны трёхстопные шкалы рисков. Путем присвоения баллов контурам карты «Природные комплексы мыса Флора» по всему набору факторов негативной динамики были построены карты рисков. Сумма всех рисков была пересчитана на 100%. В результате были построены интегральные карты рисков в процентах из 6 классов.

Рис. 1. Карта интегральных рисков негативной динамики Мыс Флора, архипелаг Земля Франца – Иосифа.



Таблицы присвоения баллов рисков различным процессам.

Развитие склоновых процессов.

3	Наиболее интенсивная «ступенчатая» солифлюкция	!!!
2	Медленная солифлюкция	!!
1	Склоны с потенциальной солифлюкционной опасностью	!
0	Солифлюкционные процессы отсутствует	

Нарушение режима промерзания грунта.

2	Развитие морозобойного растрескивания с образованием валиков в активной стадии	!!
1	Развитие пятен пучение	!
0	Отсутствие процессов распучивания грунтов	

Комплекс гравитационных процессов в нивационных нишах.

2	переувлажнённые сектора стока тающих снежников	!!

1	Комплекс гравитационных процессов в нивационных нишах открывшихся от снега	!
0	Отсутствие воздействия	

Развитие линейных эрозионных процессов

3	Высокая вероятность активизации эрозионных процессов в совокупности с абразионными процессами на обрывистых участках берегов	!!!
3	Высокая вероятность развития линейной эрозии в бортах ранее сформированных и в настоящие время относительно стабильных эрозионных врезов	!!!
3	Крупные эрозионные врезы в активной стадии развития	!!!
2	Густая сеть мелких эрозионных врезов	!!
1	Единичные эрозионные врезы в активной стадии развития	!
0	Отсутствие эрозии	

Деградация дернины снижение ее роли в стабилизации склоновых процессов. Типизация дерновых горизонтов почв и растительности, с ними связанной.

3	Влажный торфяной грунт	!!!
3	Открытая минеральная поверхность сформированная рыхлыми грунтами	!!!
2	Рыхлые минеральные грунты с развитием рыхлодерновинных растительных группировок с преобладанием злаков.	!!
1	Сухие плотно торфянистые грунты с развитием моховых группировок с участием плотнодерниных злаков	!
0	Рыхлые минеральных грунтах с развитием плотнодерновинных растительных группировок с преобладанием злаков.	
0	Каменистые грунты с единичной петрофитной растительность	
3	Порученные гидрофитные комплексы	!!!

В работе проведено ранжирование угроз природных комплексов для мыса Флоры и построен атлас включающий в себя карты рисков каждый из угроз, карты их типов и распространения, а также интегральная карта рисков. Предложенная методика может быть использована для оценки локальных участков арктических регионов и их сопоставления.

На основе данных карт можно рекомендовать к запрету полному или частичнму посещения территории и прокладывать маршрут с учетом устойчивыми природных комплексов.