

На правах рукописи

ПУСТОВАЛОВА Лилия Александровна

**ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:
ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И
ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Екатеринбург

2008

Работа выполнена в Институте экологии растений и животных Уральского
отделения РАН

Научный руководитель – академик РАН, заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук, профессор

ГОРЧАКОВСКИЙ ПАВЕЛ ЛЕОНИДОВИЧ

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
КРЯЖИМСКИЙ ФЕДОР ВИКТОРОВИЧ,
Институт экологии растений и животных УрО
РАН,

кандидат биологических наук, доцент
УСТИНОВА АЛИНА АЛЕКСЕЕВНА,
Самарский государственный педагогический
университет.

Ведущая организация – Казанский государственный университет.

Защита диссертации состоится «.....».....2008 г. в часов на
заседании Диссертационного совета Д004.005.01 при Институте экологии растений
и животных УрО РАН по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202. Факс:
8(343)2608256, адрес сайта: <http://www.ipae.uran.ru>, e-mail: common@ipae.uran.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии
растений и животных УрО РАН.

Автореферат разослан «.....».....2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук

Нифонтова М.Г.

Актуальность темы.

Закономерности распределения растительных сообществ, их состав, экологические и динамические свойства, формы пространственной структуры, ее размеры – все это отражают геоботанические карты. Геоботанические карты по сути своей экологичны и позволяют выявить не только фактическое состояние экосистем, но и определить основные тенденции их развития. В целом картографический метод является одним из исходных, посредством которого могут быть решены многие теоретические и практические задачи (Горчаковский и др., 1995). В современной экологии растений и геоботанике развивается новое направление – фитоэкологическое картографирование. Оно основано на выявлении пространственно-временной неоднородности растительного покрова, анализе его связей со средой (Горчаковский и др., 2000). В отличие от геоботанических, эти карты в большей степени отражают современное состояние растительного покрова, трансформированного в результате хозяйственной деятельности человека. Для территории Урала с применением оригинальной методики созданы фитоэкологические карты, которые дают интегральную оценку состояния растительного компонента экосистем на локальном, субрегиональном и региональном уровне (Горчаковский и др., 2001). Эти методические подходы целесообразно использовать и для заповедных территорий.

Несмотря на то, что особо охраняемые природные территории исключены из хозяйственной деятельности человека, они также подверглись процессу антропогенной трансформации. Их растительный покров претерпел изменения в период, предшествующий заповеданию. В настоящее время внутри резерватов ведется научно-исследовательская деятельность, расположены кордоны лесной охраны. Примером может служить один из старейших заповедников Урала – Ильменский. Растительность Ильменского государственного заповедника (ИГЗ) исследуется давно, здесь работали Л.Н. Тюлина, Г.И. Дервиз, П.Л. Горчаковский и многие другие. Но с картографической точки зрения он изучен слабо. Существует карта растительности ИГЗ К.В. Горновского и Е.В. Дорогостайской 1948 года (неопубликованная), картируемой единицей которой служат группы ассоциаций и которая дает весьма общее представление о структуре растительного покрова заповедника.

Цели и задачи исследования.

Целью настоящего исследования является разработка методики отображения на фитоэкологической карте состояния и динамических тенденций растительного покрова особо охраняемых природных территорий (на примере Ильменского заповедника).

Для осуществления этой цели поставлены следующие задачи:

1. Изучить современный растительный покров.
2. Составить серию карт (современная растительность и прогноз ее изменения в будущем).
3. Разработать принципиальные основы создания фитоэкологических карт ООПТ с показом эталонных участков растительности, местообитаний редких и исчезающих видов растений, состояния и динамических тенденций растительного покрова.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые для территории Южного Урала составлена фитоэкологическая карта (М. 1:100000) особо охраняемой природной территории (Ильменского заповедника) с применением геоинформационных технологий. Показано, что для оценки состояния и динамики растительного покрова на локальном уровне в заповедных территориях применим индекс антропогенной трансформации в рамках территориальных комплексов и в рамках функциональных зон. Выделены уникальные растительные сообщества исследуемого района, обнаружен новый вид сосудистых растений для Ильменского заповедника.

Практическая значимость работы. Фитоэкологическая карта ключевого участка Ильменского заповедника в комплексе с картой растительности может служить основой фитомониторинга. Полученные результаты применяются в учебном процессе на географо-биологическом факультете Уральского государственного педагогического университета.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Классификация растительного покрова ключевого участка Ильменского заповедника. Легенда крупномасштабной геоботанической карты изученной территории. Карта растительности ключевого участка Ильменского заповедника (М. 1:100000).

2. Оригинальные схемы эпитаксонов, отражающие динамические тенденции растительного покрова.

3. Оценка современного состояния растительности заповедной территории с применением индекса антропогенной трансформации в рамках территориальных комплексов и в рамках функциональных зон. Серия фитоэкологических карт (М. 1:100000), отражающих современное и прогнозируемое состояние растительного покрова ключевого участка Ильменского заповедника.

4. Отражение уникальных растительных сообществ, местонахождений редких и исчезающих видов растений, опорной сети фитомониторинга на фитоэкологической карте ООПТ.

Апробация. Результаты исследований доложены на конференциях: «Экология: от генов до экосистем» (Екатеринбург, 2005); «Экология в меняющемся мире» (Екатеринбург, 2006); «Актуальні проблеми ботаніки, екології та біотехнології» (Киев, 2006); I (IX) Международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге (Санкт-Петербург, 2006); VIII научной конференции по тематической картографии «Геоинформационное картографирование для сбалансированного территориального развития» (Иркутск, 2006); «Экология: от Арктики до Антарктики» (Екатеринбург, 2007); школе-конференции «Актуальные проблемы геоботаники» (Петрозаводск, 2007); «Биосфера Земли: прошлое, настоящее, будущее» (Екатеринбург, 2008); III Сахалинской молодежной научной школе «Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз» (Южно-Сахалинск, 2008); а также на научных семинарах лаборатории фитомониторинга и охраны растительного мира Института экологии растений и животных УрО РАН (2005-2008), на заседании Екатеринбургского отделения Русского ботанического общества (2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 2 в журналах, рекомендованных ВАК, 3 находятся в печати.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа объемом 172 страницы, в том числе 131 машинописная страница, содержит 19 таблиц и 34 рисунка и приложения на 41 машинописной странице. Список использованной литературы включает 100 наименований, в том числе 8 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приведена характеристика географического положения, рельефа и геологического строения, гидрографии, климата, почвенного покрова и растительности исследуемой территории.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объект исследования. Ключевым участком выбрано Миассовское лесничество ИГЗ, т.к. на его территории представлены все типы растительности, имеются реликтовые степные сообщества. Здесь расположена полевая база «Миассово» и ряд кордонов, этим обусловлено современное антропогенное воздействие на растительный покров.

2.2. Предполевой этап исследований. Проанализирован существующий картографический материал: планы лесонасаждений Миассовского лесничества ИГЗ (М. 1:25000), карта растительности ИГЗ (М. 1:25000), составленная К.В. Горновским и Е.В. Дорогостайской в 1948 году (неопубликованная), карта растительности (М. 1:2000000) в Атласе Челябинской области (1976), топографические карты (М. 1:100000) и (М. 1:200000), геологическая картосхема заповедника (М. 1:250000), геологическая карта Урала (М. 1:200000). При разработке сети маршрутов в целях выявления зависимости распределения растительных сообществ от рельефа и условий увлажнения использовалось приложение ArcView SINMAP (Pack et al, 1996). В результате его применения получены семь растровых слоев, которые содержат информацию о крутизне склонов, водообеспеченности отдельных элементов рельефа и т. д. В геоботанических целях наиболее интересен слой «Топографический индекс влажности» (рис. 1). Значение топографического индекса влажности менее 1,02 соответствуют местоположениям с низкой влажностью, от 1,02 до 2,01 – зоне порогового насыщения, более 2,01 – постоянно увлажненной территории. При движении с запада на восток исследуемой территории можно выделить 5 меридионально вытянутых участков: 1) сухие местоположения, соответствующие Ильменскому хребту; 2) зона насыщения, в рельефе совпадающая с болотом Зеркальное и долиной р. Няшевки; 3) сухие местоположения, представленные невысокими холмами, прерываемые р. Няшевкой и заливом Штанная курья; 4) зона насыщения, занятая оз. Большой Таткуль и Большое Миассово, а также Клюквенным болотом; 5) слабо увлажненный участок с вкраплениями насыщенных вла-

гой местоположений, ориентированных с северо-запада на юго-восток, между оз. Бараус, Большое Миассово и Малый Кисегач. Маршрутные линии располагали параллельно с промежутками 0,5 км с запада на восток для первого, второго и третьего участков и с юго-запада на северо-восток для пятого. Для четвертого – исследования проводились от периферии озер к их центру.

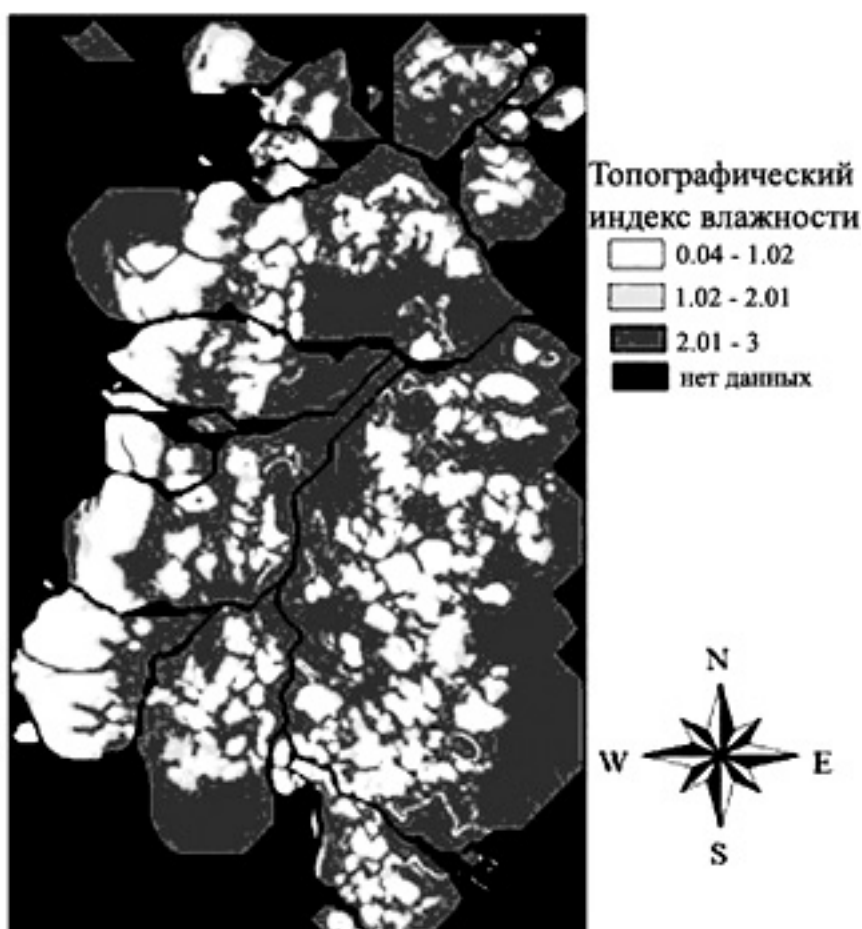


Рис. 1. Растровый слой «Топографический индекс влажности»

2.3. Полевые исследования. На профилях закладывали временные пробные площади по стандартной методике (Юнатов, 1964). На каждой пробной площади производилось полное геоботаническое описание, включающее дату, местоположение (трехмерные координаты, определяемые с помощью GPS), условия увлажнения, флористический состав каждого яруса с указанием обилия по шкале Друде, признаки антропогенного воздействия, место в топоэкологическом ряду. Описания растительных сообществ проводились в 5-10 повторностях, для уникальных сообществ число повторностей в некоторых случаях было меньшим. Составлен полевой макет карты растительности ключевого участка.

2.4. Камеральная обработка материала. Разработана классификация растительности ключевого участка ИГЗ, которая положена в основу построенной легенды карты. На карту геоботанические контуры нанесены на основе данных полевых исследований при четком согласовании с элементами рельефа и гидрографической сети с учетом лесоустроительных материалов. В соответствии с масштабом проведена генерализация некоторых контуров. Составлен авторский вариант карты растительности ключевого участка ИГЗ. Методика создания фитоэкологической карты приведена в главе 5.

2.5. Объем выполненных работ. Полевые исследования проводились в течение полевых сезонов 2005-2007 гг. Сделано 200 геоботанических описаний, собрано 450 листов гербария сосудистых растений, 370 образцов листостебельных мхов, 120 образцов лишайников. Проанализировано 1279 таксационных описаний лесоустроительных выделов, на карту нанесено 505 геоботанических контуров.

ГЛАВА 3. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА И ЕЕ КЛАССИФИКАЦИЯ

3.1. Общие вопросы классификации растительности. Обосновывается выбор эколого-фитоценотической классификации для целей картирования растительности в выбранном масштабе. Основная единица классификации – ассоциация. Конкретные фитоценозы объединялись в ассоциации с учетом их структурно-флористических характеристик и приуроченности к определенным условиям местообитания, а также места в сукцессионном ряду.

3.2. Классификация растительности ключевого участка.

Лесная растительность представлена 4 классами формаций. Южноуральские предлесостепные (сосновые и лиственнично-сосновые) леса и редколесья. Группы ассоциаций: лиственничные редколесья остепненные (1 ассоциация), сосновые редколесья (2 ассоциации), сосновые леса зеленомошные (2 ассоциации), сосновые леса травяные (3 ассоциации), сосновые леса сфагновые (1 ассоциация). Широколиственно-хвойные (сосновые с липой) леса. Группа ассоциаций – сосновые леса с липой травяные (1 ассоциация). Широколиственные (липовые) леса. Группа ассоциаций – липовые леса травяные (1 ассоциация). Мелколиственные (березовые, осиновые и ольховые) леса. Группы ассоциаций: березовые леса травяные (4 ассоциации), березовые леса травяно-болотные (1 ассоциация), осиновые леса травяные

(2 ассоциации), ивово-сероольховые мелколесья травяные (1 ассоциация), черноольховые леса (1 ассоциация). Дана развернутая характеристика каждой из выделенных ассоциаций, которая дополнена картосхемами их размещения на ключевом участке. Луговая растительность представлена 3 группами ассоциаций: остепненные луга (2 ассоциации), суходольные мезофитные луга (2 ассоциации), переувлажненные крупнотравные луга (2 ассоциации). Охарактеризованы выделенные ассоциации, для наиболее широко распространенных представлены картосхемы размещения на ключевом участке. Для отражения степной, болотной и прибрежно-водной растительности на карте использованы существующие классификации (Горчаковский, Золотарева, 2004; Ивченко, 2005; Куянцева, 2004).

ГЛАВА 4. КАРТА РАСТИТЕЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

4.1. Отражение современного состояния растительности на крупномасштабной геоботанической карте. Современное состояние растительного покрова ключевого участка ИГЗ на геоботанической карте (М. 1:100000) отражено на уровне ассоциаций и их комплексов (рис. 2). Легенда карты содержит 33 картируемых подразделения, из них 21 коренной растительности и 12 производной. Для повышения экологической информативности карты в наименования подразделений легенды внесена ландшафтная компонента. Специфика легенды – включение в названия подразделений эндемичных и реликтовых видов, характерных для данной ассоциации.

4.2. Картометрический анализ растительности ключевого участка. Выявлено, что в лесной растительности преобладающие коренные ассоциации – сосновые леса вейниково-кустарничково-зеленомошные и разнотравно-вейниковые. Наиболее распространенные вторичные сообщества – березовые леса травяные. В целом площадь первичных лесных сообществ в 2 раза превышает площадь вторичных. 77% площади распространения степей и горных лугов занимают луговые степи и остепненные луга. Сосновые болота кустарничково-сфагновые преобладают в пределах ключевого участка.

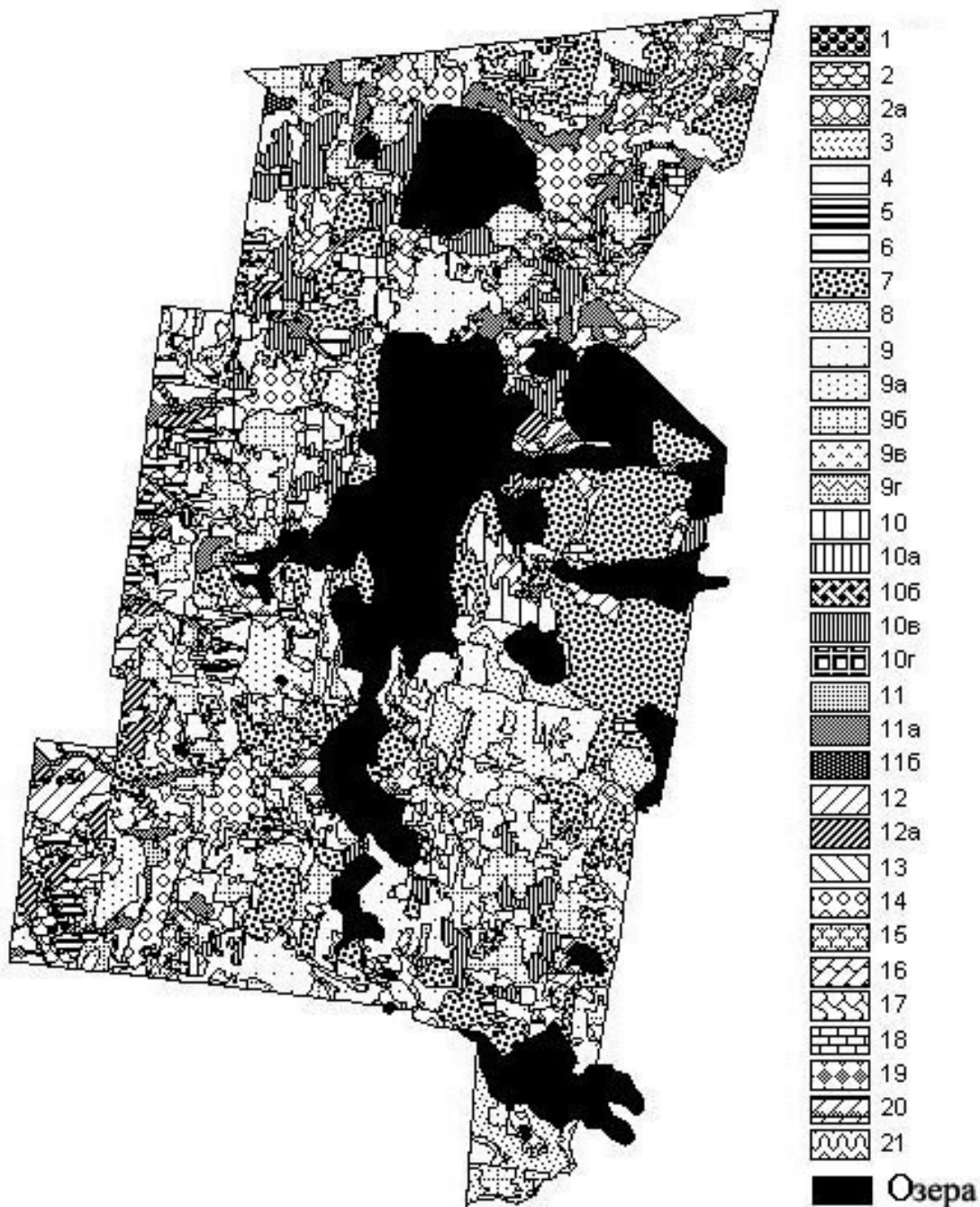


Рис. 2. Карта современной растительности ключевого участка ИГЗ. 1–3 – степи и остепненные луга; 4–11 – светлохвойные (*Pinus sylvestris*, *Larix sibirica*) леса и редколесья; 12 – широколиственно-хвойные (*Pinus sylvestris*, *Tilia cordata*) леса; 13 – широколиственные (*Tilia cordata*) леса; 14, 15 – мелколиственные (*Betula pubescens*, *Alnus incana*) леса; 16–19 – болота; 20, 21 – прибрежно-водные сообщества. Производные сообщества подчинены коренным и в легенде имеют буквенное дополнение к номеру коренного.

4.3. Эпитаксон как способ отражения динамических тенденций растительного покрова на геоботанической карте. Для отражения динамических тенденций растительного покрова за основу принята идея эпитаксона. Согласно В.Б. Сочаве (1972) эпитаксон представляет собой динамическое целое, включающее производные состояния, подчиненные своему материнскому ядру. Учитывая то, что материнское ядро формируется в своих оптимальных природных условиях, для горной и предгорной части изученной территории составлены схемы эпитаксонов (рис. 3, 4).

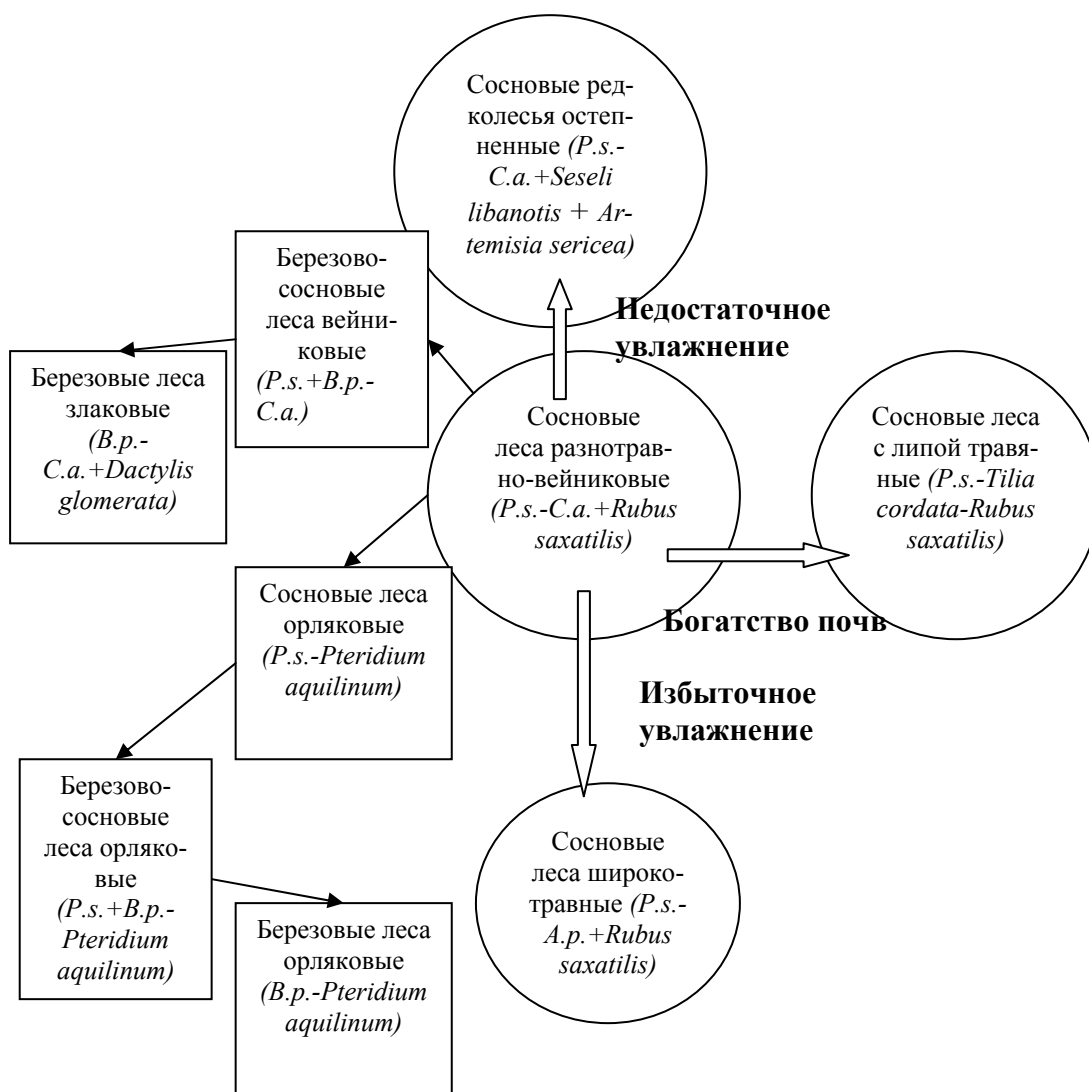


Рис. 3. Эпитаксон Ильменского хребта. В кругах приведены серийные варианты, в прямоугольниках – ряды антропогенной трансформации. Принятые сокращения: *P.s.* – *Pinus sylvestris*, *B.p.* – *Betula pendula*, *V.v.-i.* – *Vaccinium vitis-idaea*, *C.a.* – *Calamagrostis arundinacea*, *A.p.* – *Aegopodium podagraria*.

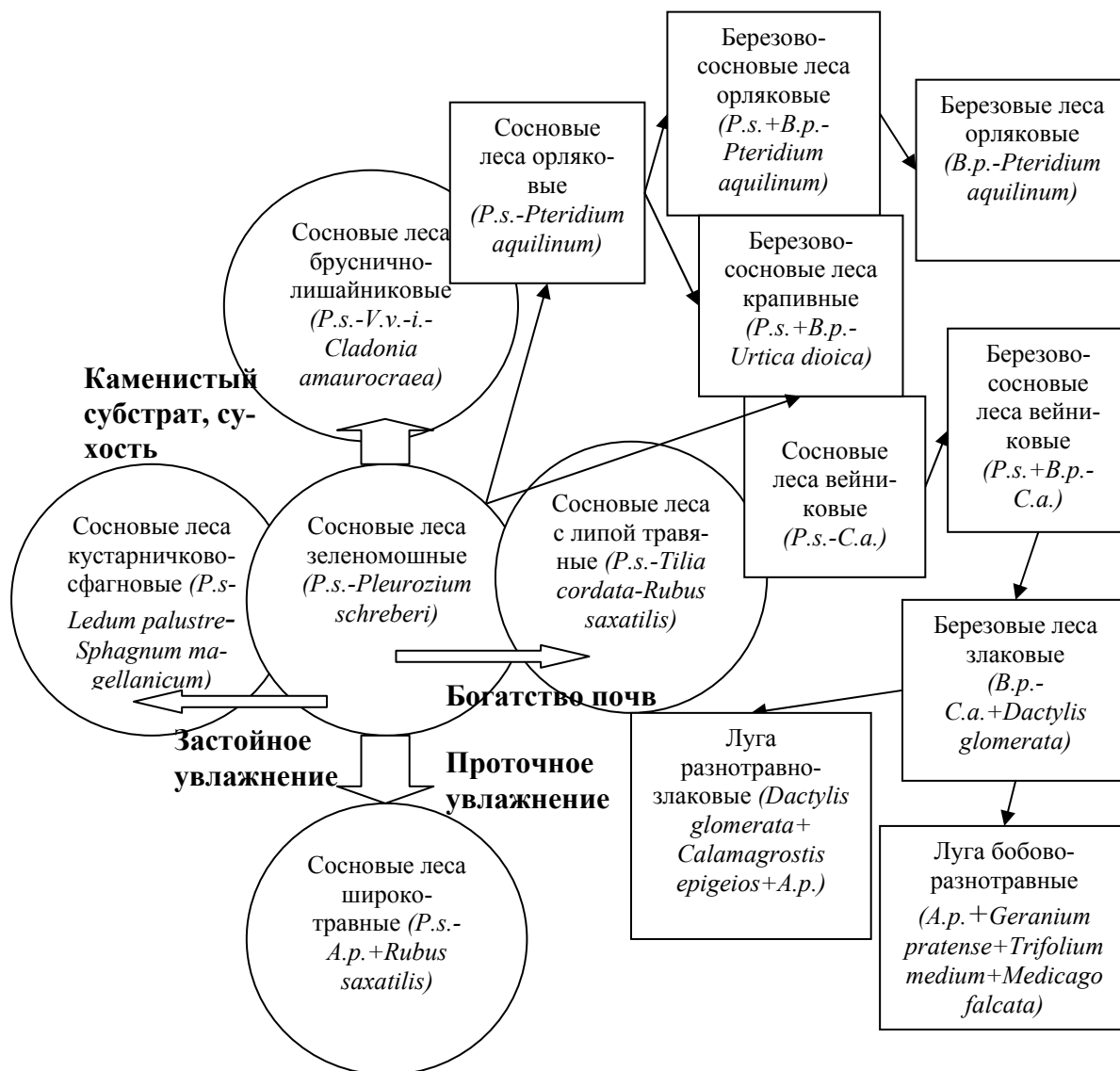


Рис. 4. Эпитаксон восточных предгорий Ильменского хребта. В кругах – серийные варианты, в прямоугольниках – ряды антропогенной трансформации. Принятые сокращения те же, что на рис. 3.

Выявленные тенденции дают возможность получить представление о том, как будет происходить восстановление растительных сообществ в случае полного снятия антропогенных нагрузок и при сохранении существующих климатических условий. Совершенно очевидно, что восстановление будет осуществляться по тем же рядам антропогенной трансформации, но в обратном направлении. С учетом этих закономерностей на основе карты современной растительности становится возможным создание карты потенциальной растительности, фрагмент которой представлен на рис. 5.

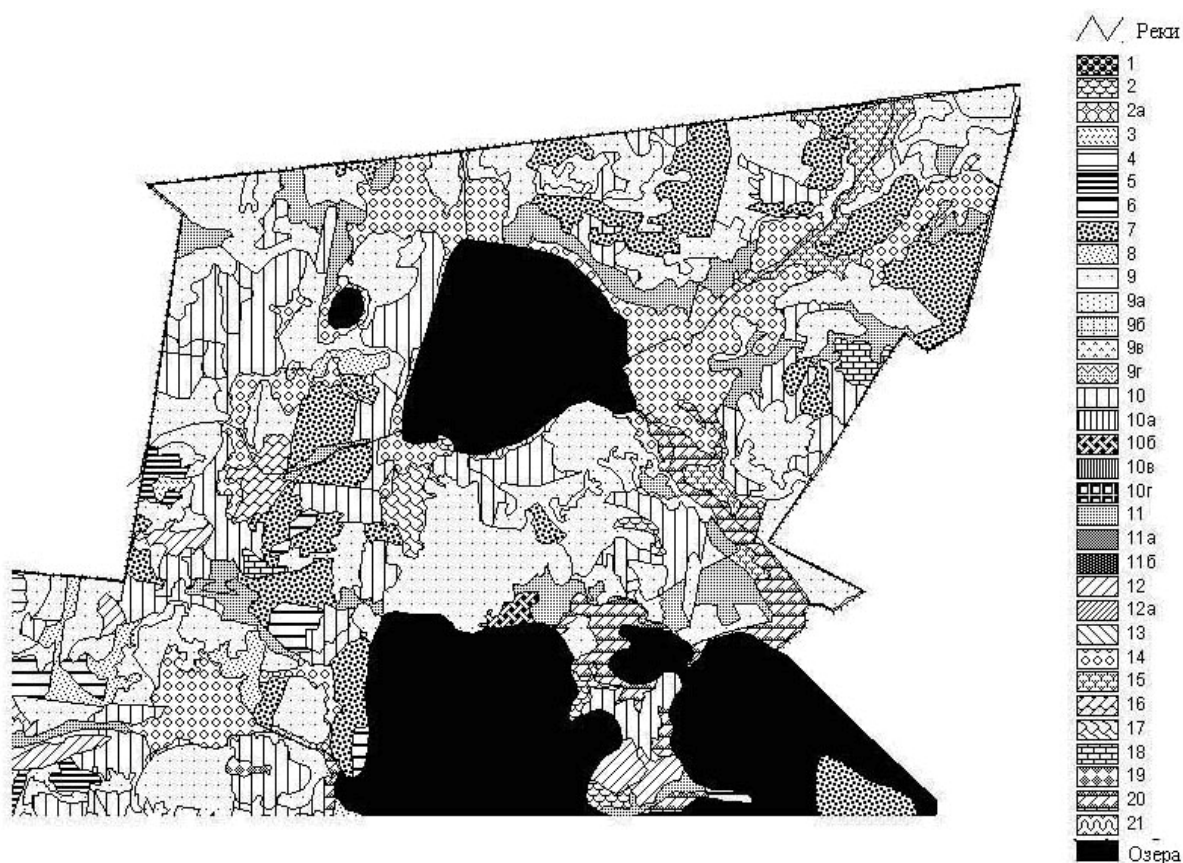


Рис. 5. Фрагмент карты потенциальной растительности. Условные обозначения те же, что на рис. 2.

Рассматривая серийные варианты растительности, можно строить и другие прогнозные карты. Так при потеплении на данной территории усилится позиция широколиственно-хвойных лесов, на карте (прогноз на 100 лет) их площадь увеличится в 1,3 раза (в пределах ключевого участка).

ГЛАВА 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

5.1. Понятие о фитоэкологической карте. Даны современные представления о фитоэкологическом картографировании (Ильина, Юрковская, 1999; Мельцер, 1999; Сочава, 1974, 1979; Ozenda, 1986). В основу работы положено определение фитоэкологической карты как модели, которая в наиболее концентрированном и доступном для анализа виде содержит информацию о последствиях воздействия человека на растительность и природную среду той или иной территории, о современном состоянии, условиях трансформации и тенденциях изменения разных зонально-типологических подразделений и территориальных комплексов растительности (Горчаковский и др., 2000). Представление о степени нарушенности хозяйст-

венной деятельностью человека экосистем отдельных частей картируемой территории дает индекс антропогенной трансформации растительного покрова (AT), определяемый как отношение площади трансформированной растительности, производной (S_s) и культивируемой (S_c), к общей площади характеризуемой территории (S); он рассчитывается по формуле $AT = (S_s + S_c) \cdot 100 / S$ (Горчаковский и др., 2003).

5.2. Оценка нарушенности растительного покрова в рамках территориальных комплексов. Для фитоэкологической дифференциации ключевого участка ИГЗ предложен территориальный комплекс (ТК) топологического уровня. Выделение ТК осуществлялось на ландшафтной основе. В результате анализа топографической карты и цифровой модели рельефа, рассчитанной в программе ARC/INFO 8.3, территория ключевого участка разбита нами на 2 ландшафтных района: Ильменский хребет и восточные предгорья. Учитывая данные карты растительности ключевого участка и геологической карты Урала (М. 1:200000), Ильменский хребет на исследуемом отрезке разделен на две части: северную пологосклонную и южную крутосклонную. Восточные предгорья состоят из 3 частей: долины р. Няшевки, озер с приозерными понижениями, высоких крутосклонных кряжей с выходами горных пород. Так выделяем 5 ТК, отличающихся условиями местообитания растительных сообществ. С точки зрения ландшафтоведения они представляют собой группы урочищ. Границы ТК проведены по геоботаническим контурам с учетом перегибов рельефа и границ залегания горных пород при ведущей роли разностей растительного покрова.

1) Северо-Ильменский ТК занимает невысокую (500–520 м над ур. м.), пологосклонную, менее расчлененную часть Ильменского хребта. Характерные горные породы – гнейсы биотитовые, двуслюдяные, мусковитовые, амфиболовые, гранито-гнейсы, частично щелочные и биотитовые сиениты. В растительности преобладают сосновые и лиственнично-сосновые редколесья остепненные, сосновые леса орляковые и разнотравно-вейниковые, березовые леса орляковые.

2) Южно-Ильменский ТК представляет собой средневысокую (540–660 м над ур. м.), крутосклонную часть Ильменского хребта, сложенную нефелиновыми сиенитами, по краю сиенитами биотитовыми, сиенитовыми мигматитами. Наиболее широко распространены здесь сосновые леса с липой разнотравные, липово-

березовые леса разнотравные, сосновые леса разнотравно-вейниковые, луговые богаторазнотравные степи и остепненные луга.

3) Няшевский ТК представляет собой межгорное понижение (300–340 м над ур. м.), сужающееся к северу, большую часть которого занимает долина р. Няшевки. Характерные горные породы – амфиболиты полевошпатовые, гнейсы, амфиболовые, амфиболо-биотитовые, кварцито-гнейсы, кварциты. В этом ТК, кроме березовых лесов осоковых, широко распространены сосновые леса разнотравно-вейниковые и березовые леса разнотравно-злаковые.

4) Миассовский ТК включает озера (Большой и Малый Таткуль, Большое Миассово, Савелькуль и т.д.) и приозерные понижения (300–340 м над ур. м.). Для него характерны озерно-болотные и аллювиальные отложения – пески кварцевые, галечники, глины илестые (у оз. Таткуль). В растительности преобладают березовые леса осоковые, тростниковые заросли, березовые леса широколиственные.

5) Восточный ТК представляет собой высокие крутосклонные кряжи (360–380 м над ур. м.) восточных предгорий с выходами горных пород. Широко распространены гнейсы биотитовые, двуслюдяные, мусковитовые, амфиболовые, гранито-гнейсы, кварцито-гнейсы, амфиболиты, на восточной границе – серпентиниты. Характерные растительные сообщества – сосновые леса вейниково-кустарничково-зеленомошные и разнотравно-вейниковые, березовые леса разнотравно-злаковые.

В результате картометрического анализа для данных комплексов определены индексы АТ (табл. 3, рис. 6). Предложена шкала, отражающая степень нарушенности растительности в ТК: слабая (индекс менее 10%), умеренная (10–33%), сильная (34–45%), очень сильная (более 45%).

Таблица 3. Антропогенная трансформация растительного покрова ключевого участка ИГЗ на уровне ТК

№ п. п.	Территориальный комплекс	Общая площадь территориальных комплексов, га	Площадь растительных сообществ, га		Индекс трансформации, %
			коренных	производных	
1	Северо-Ильменский	751,71	401,24	350,47	47
2	Южно-Ильменский	683,56	427,97	255,59	37
3	Няшевский	1340,95	835,67	505,28	38
4	Миассовский	2992,39	2729,56	262,83	9
5	Восточный	4665,85	3224,86	1440,99	31

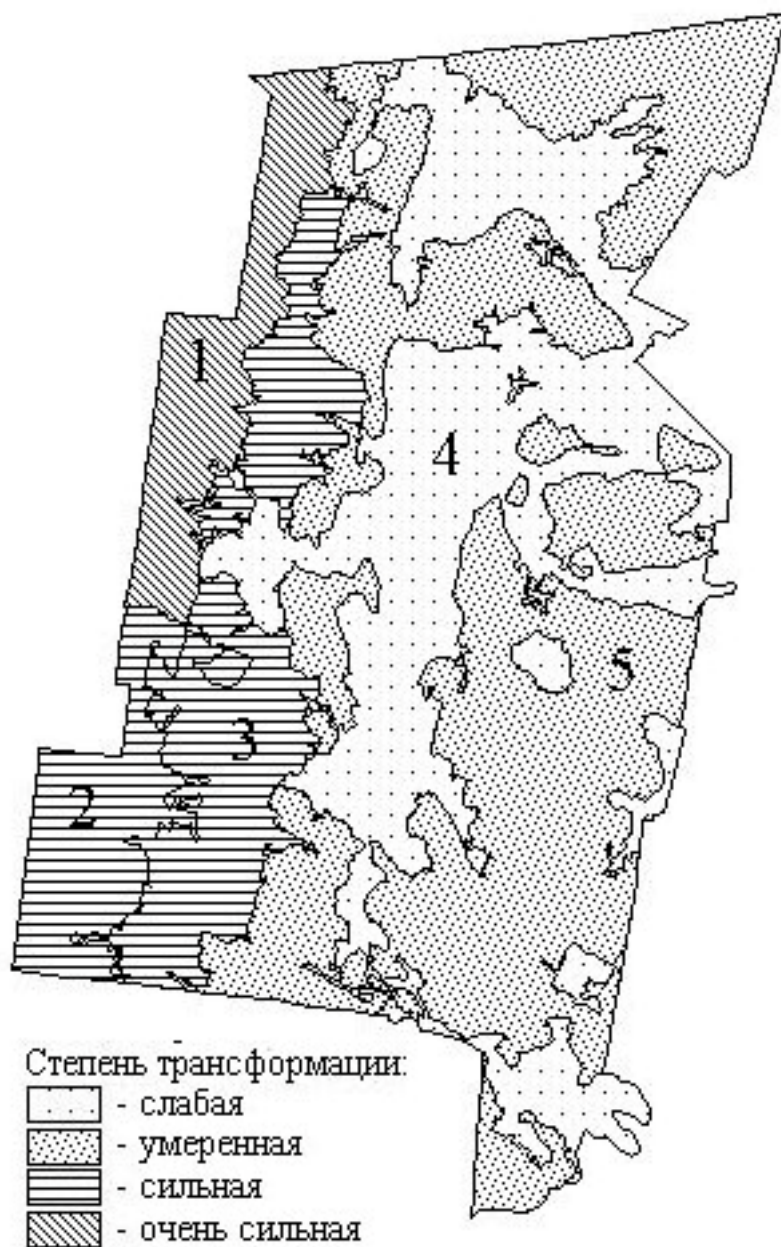


Рис. 6. Антропогенная трансформация растительности в рамках ТК (современное состояние). Наименования комплексов (1–5) указаны в тексте.

Для целого ключевого участка соотношение площади производных растительных сообществ ко всей его площади составит 27%. Это ниже, чем реальная деградация Северо-Ильменского ТК, где практически половина растительности находится в ранге производной. Высоко значение индекса АТ и для Южно-Ильменского ТК. При этом именно в хребтовой части сосредоточены уникальные растительные сообщества – лиственничные и сосновые редколесья остепненные с участием реликтов (*Centaurea sibirica*, *Echinops ruthenicus*, *Thalictrum foetidum*).

Учитывая плохую возобновляемость лиственницы в этом районе, они могут исчезнуть совсем, уступив место сосновым лесам разнотравно-вейниковым. Прилегающий к Ильменскому хребту Няшевский ТК также значительно трансформирован. Несмотря на то, что Восточный ТК имеет приближенную к сильной степень трансформации, площадь сосновых лесов вейниково-кустарничково-зеленомошных составляет 28% от площади всего комплекса и достаточна для восстановления коренной растительности при сохранении заповедного режима. Интересен Миассовский ТК. Хотя большая часть приозерных понижений занимают березовые леса, это леса из *Betula pubescens* осоковые, которые мы относим к коренным, что объясняет невысокий индекс АТ в данном комплексе. В целом высокая степень трансформации растительных сообществ ключевого участка Ильменского заповедника обусловлена рубками до 1936 года. На основе карты растительности с учетом динамических тенденций растительного покрова составлен прогноз изменений уровня трансформации. Для ключевого участка в целом через 100 лет при неизменном климате и сохранении заповедного режима индекс АТ составит 1%, принимая в расчет земли, находящиеся во временном пользовании лесной охраны.

5.3. Оценка нарушенности растительного покрова в рамках функциональных зон. На основе карты растительности, а также с учетом характера и степени воздействия человека на растительный покров, осуществлено функциональное зонирование изучаемой территории. Выделены три зоны: покоя, научно-познавательная и хозяйственной деятельности. К зоне хозяйственной деятельности (I) отнесены окрестности кордонов: Черемшанка (2), Няшево (3), Савелькуль (4), Инышко, Миассово и полевой базы Миассово, причем три последние объединены в один контур (1). Влияние человека здесь значительно, имеются сенокосы, пастбища, огороды, постройки. Зона покоя (II) состоит из следующих фрагментов: 6) северный берег оз. Малый Кисегач, где отмечены уникальные растительные сообщества (далее сокращенно Кисегач); 7) скопление орхидных к северо-западу от оз. Большое Миассово (Орхидные); 8) липовый лес по берегу оз. Большое Миассово (Липовая); 9) Демидовские сопки (Демидовские); 10) южный берег оз. Таткуль со степной растительностью Змеиных гор и черноольховым лесом на сплавине (Змеиные); 11) Ильменский хребет южнее горы Лысая (Ильмены). В этой зоне расположена часть опорной сети фитомониторинга, доступ людей для других целей

должен быть ограничен. Остальная часть территории отнесена к зоне научно-познавательной (III), где ведется научно-исследовательская деятельность, проводятся организованные экскурсии. Для каждой зоны дана оценка состояния растительного покрова (рис. 7).

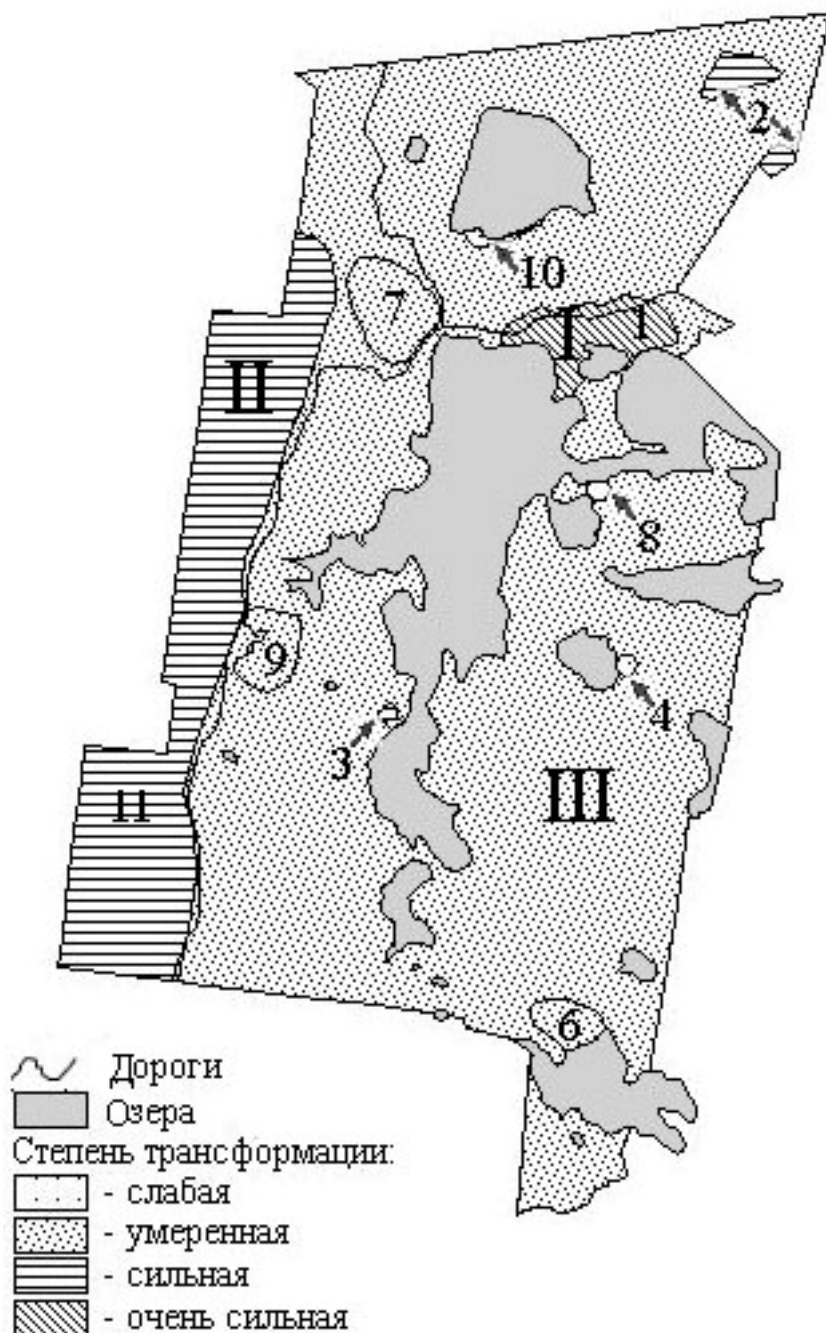


Рис. 7. Современная антропогенная трансформация растительности в рамках функциональных зон. Наименования зон и их участков приведены в тексте.

Минимальные значения индекса АТ (0 %) присущи фрагментам зоны покоя – Змеиные и Липовая, максимальные – зоне хозяйственной деятельности в районе Миассово (77%). Незначительно изменены фрагменты Демидовские, Кисегач, Ор-

хидные (11–12%). Относительно низкое значение индекса АТ для участка Савелькуль (9%) объясняется тем, что растительность в районе между озерами Большое Миассово, Бараус и Савелькуль в меньшей степени подвергалась пожарам и рубкам. Кроме того, сам кордон Савелькуль имеет небольшую площадь, удален от границ заповедника, набор синантропных сообществ вокруг него невелик. Высок уровень антропогенной трансформации на участках Няшево (37%), Черемшанка (38%) и Ильмены (40%). Высокое значение индекса АТ для участка Ильмены обусловлено рубками леса, проводимыми до образования заповедника. Необходимость отнесения этого участка к зоне покоя обусловлена тем, что здесь находятся уникальные лиственничные и сосновые редколесья остепненные, а также участки степной растительности. Значительные нарушения растительного покрова в научно-познавательной зоне (четверть сообществ находится в ранге производных) также объясняются рубками, проводимыми до установления заповедного режима.

На основе изучения закономерностей трансформации отдельных типов растительных сообществ составлен прогноз о состоянии растительного покрова заповедной территории через 50 лет при отсутствии существенных изменений климатических условий, но при разных уровнях антропогенного прессинга: сохранении современного, увеличении его в 2–3 раза и в 5–8 раз. При сохранении современного уровня антропогенных воздействий в научно-познавательной зоне и на участке Ильмены в зоне покоя за счет восстановления лесной растительности снизится значение индекса АТ. При увеличении нагрузок в 2–3 раза произойдет расширение границ зоны хозяйственной деятельности, в частности появится новый контур – сенокосные луга у подножия Демидовских сопков, относящиеся к кордону Няшево. Эта зона расширится и в окрестностях Миассово (на 38,1 га), причем большая часть растительных сообществ здесь перейдет в ранг производных. Отчуждение площадей из научно-познавательной зоны будет незначительным, зона покоя останется неизменной. При увеличении уровня нагрузок в 5–8 раз в зоне хозяйственной деятельности появятся контуры основных дорог. Площадь участка Миассово увеличится в 2 раза, а Няшево – в 2,4 раза. Сольются контуры на участке Черемшанка. Индекс АТ в зоне хозяйственной деятельности достигнет 100%, за исключением участка Савелькуль (57%). Изменяются границы и в зоне покоя, площадь участка Орхидные уменьшится на 3,6 га, так как усилится влияние прилегающей к нему

дороги. Расширяющаяся зона хозяйственной деятельности также будет оказывать значительное влияние на Демидовские сопки. Поэтому для сохранения уникальных степных сообществ здесь планируется расширить зону покоя. Участок Ильмены также будет испытывать влияние дороги, проходящей по его восточной окраине.

ГЛАВА 6. ОТРАЖЕНИЕ НА ФИТОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ МЕСТООБИТАНИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

6.1. Уникальные растительные сообщества на фитоэкологической карте. В рамках экосистемного подхода на фитоэкологической карте ключевого участка ИГЗ решено отображать не только местонахождения отдельных редких и исчезающих видов, но и уникальные растительные сообщества. Под уникальными сообществами, вслед за Т.В. Фамелис с соавторами (1984), мы понимаем такие, которые занимают небольшие территории и при этом в своем составе несут значительную часть реликтовых и эндемичных видов растений. По аналогии с уникальными урочищами в эту категорию включаем растительные сообщества, площадь которых не превышает 1% от площади всего ключевого участка. В пределах исследуемой территории П.Л. Горчаковским и Н.В. Золотаревой (2004) описаны участки реликтовой степной растительности: 1) петрофильноразнотравная степь с разнотравно-перистоковыльной степью, 2) луговые богаторазнотравные степи, 3) заросли степных кустарников с участками клубнично-пустынноовсецовой разнотравной степи. При сопоставлении данных, полученных в ходе картометрического анализа и при оценке доли эндемичных и реликтовых растений в сообществах как уникальные также выделяем: 4) лиственничные и сосново-лиственничные редколесья остепненные, 5) сосновые и лиственнично-сосновые редколесья остепненные, 6) сосновые редколесья бруснично-лишайниковые, 7) липовые леса костянично-вейниковые (рис. 9). В целом на фитоэкологической карте ключевого участка отмечено 29 уникальных фитоценозов.

6.2. Виды, занесенные в «Красную книгу Челябинской области» на фитоэкологической карте Ильменского заповедника. Применение экосистемного подхода в отношении видов, занесенных в «Красную книгу Челябинской области» (2005), затруднено тем, что многие из них на территории ключевого участка, как и в целом ИГЗ, отмечены единично. На фитоэкологической карте в местах собственных находок, а также по указаниям из конспектов флоры по заповеднику (Дорого-

стайская, 1961; Куликов, 1998, 2001, 2003; Фиторазнообразие..., 2005) редкие и исчезающие виды растений, занесенные в «Красную книгу Челябинской области», нанесены внемасштабными знаками. Всего представлено 67 местонахождений для 33 видов растений.

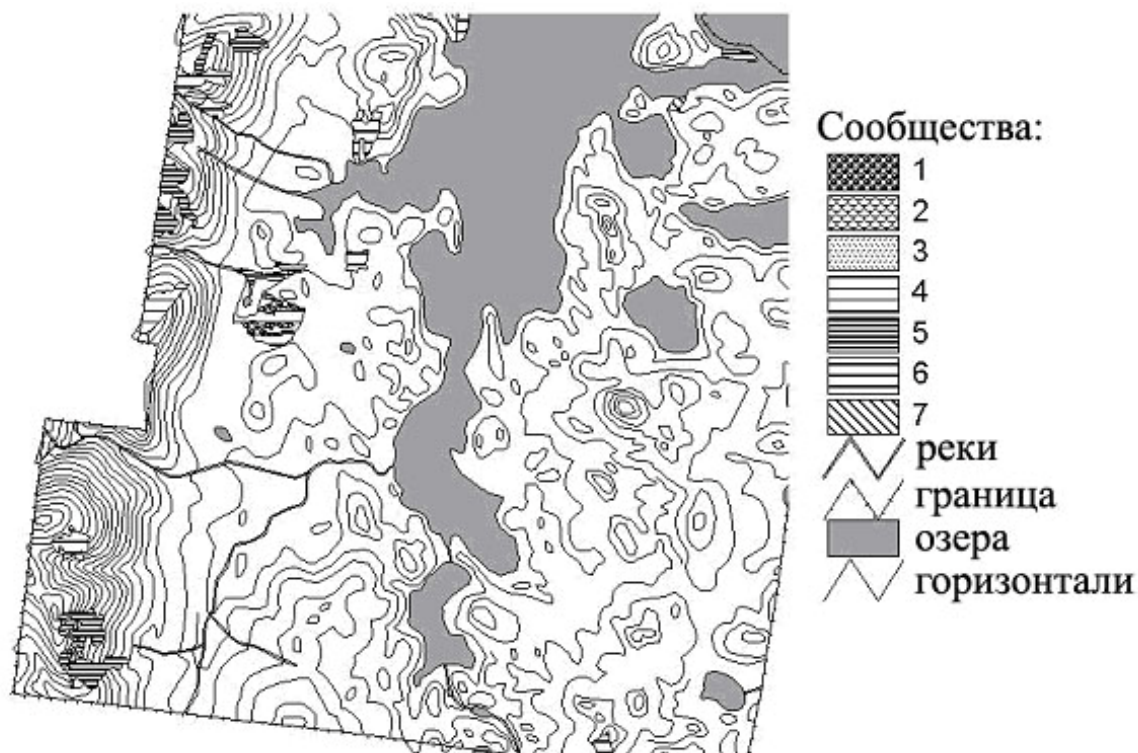


Рис. 9. Расположение уникальных растительных сообществ на ключевом участке ИГЗ (фрагмент). Номера те же, что приведены в тексте.

6.3. Эталонные участки опорной системы фитомониторинга и их отображение на фитоэкологической карте. В результате сопряженного анализа опорной сети фитомониторинга и фитоэкологической карты отмечаем, что каждая группа уникальных сообществ представлена эталонным участком. Это подтверждает высокую репрезентативность сети эталонных участков по отношению к сообществам, содержащим большое число эндемичных и реликтовых видов растений. Рекомендуем включить в опорную систему фитомониторинга сосновый лес с липой, расположенный в кв. 131 в районе р. Няшевки (N 55°06'30", E 60°13'12"). Он представляет собой типичный фитоценоз широколиственно-хвойных лесов, отмеченная здесь *Lathyrus humilis* – вид, который за пределами ИГЗ в Челябинской области не найден (Куликов, 2005).

6.4. Электронная версия карты. В целях хранения, обработки и презентации карт создана геоинформационная система «Фитоэкологическая карта ключевого участка ИГЗ». Ее базовый блок включает темы, отражающие рельеф и гидрографию района. Создание их осуществлено методом "оцифровка по подложке", каждая из тем снабжена атрибутивной таблицей, характеризующей показанные объекты. Инвентаризационный блок представлен слоем «Лесоустройство». Тематический блок содержит карту современной растительности и ряд оценочных карт на ее основе. Прогнозный блок включает темы, отражающие потенциальную растительность, а также вероятное состояние растительного покрова в рамках ТК и функциональных зон при различных уровнях нагрузки.

ВЫВОДЫ

1. Классификация растительного покрова ключевого участка Ильменского заповедника составлена на эколого-фитоценотической основе. Лесная растительность представлена 4 классами формаций, 8 формациями, 13 группами ассоциаций, 20 ассоциациями. Луговая растительность включает 3 группы ассоциаций, 6 ассоциаций. Легенда карты растительности содержит 33 картируемых подразделения, из них 21 коренной и 12 производной. Спецификой легенды, разработанной для ООПТ, явилось внесение в наименования ее подразделений характерных реликтовых и эндемичных видов растений. Созданная карта растительности заповедника (М. 1:100000) отражает структуру растительного покрова на уровне ассоциаций и их комплексов.

2. Динамические тенденции растительного покрова показаны на двух схемах эпитаксонов (для горной и предгорной части исследуемого участка), что позволило составить прогнозные геоботанические карты, учитывающие различные сценарии изменения факторов среды.

3. Современное состояние растительного покрова Ильменского заповедника выявлено при помощи индекса антропогенной трансформации в рамках территориальных комплексов и в рамках функциональных зон. Для фитоэкологической дифференциации ООПТ предложен территориальный комплекс топологического уровня, выделенный на ландшафтной основе. Индекс антропогенной трансформации в рамках территориальных комплексов в пределах ключевого участка варьирует от

9% до 47%, а в рамках функциональных зон – от 0% (зона покоя) до 77% (зона хозяйственной деятельности).

4. Созданная серия фитоэкологических карт адекватно отражает современное и прогнозируемое состояние растительного покрова Ильменского заповедника. Геоинформационные технологии являются наиболее эффективным средством фитоэкологического картографирования особо охраняемых природных территорий.

5. Растительные сообщества, площадь которых не превышает 1% от площади всего ключевого участка, содержащие в своем составе значительную часть реликтовых и эндемичных видов растений, нанесены на фитоэкологическую карту как уникальные. Местонахождения редких и исчезающих видов растений, занесенных в «Красную книгу Челябинской области» отмечены немасштабными знаками. Картометрический анализ показал высокую репрезентативность существующей сети эталонных участков по отношению к уникальным растительным сообществам.

6. С учетом данных о новых местонахождениях редких видов растений рекомендуем одному из типичных участков широколиственно-хвойных лесов, расположенному в кв. 131 в районе реки Няшевки (N 55°06'30", E 60°13'12"), придать статус эталонного.

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

1. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Применение ГИС-технологий при фитоэкологическом картографировании / Л.А. Иванова // Экология: от генов до экосистем: материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2005. С. 109-110.

2. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Использование цифровой модели рельефа при геоботаническом картографировании заповедных территорий: (на примере Ильмен. заповедника) / Л.А. Иванова // Геоинформационное картографирование для сбалансированного территориального развития: материалы VIII науч. конф. по темат. картографии. Иркутск, 2006. Т. 2. С. 38-40.

3. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Классификация лесной растительности ключевого участка Ильменского заповедника (Россия) / Л.А. Иванова // Актуальні проблеми ботаніки, екології та біотехнології: матеріали міжнар. конф. молодих учених-ботаніків. Київ, 2006. С. 77-78.

4. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Разнообразие лесной растительности Ильменского государственного заповедника / Л.А. Иванова, Н.А. Стафеева // Экология в меняющемся мире: материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2006. С. 77-80.

5. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Редкие виды флоры Ильменского государственного заповедника / Л.А. Иванова // Материалы I (IX) Международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге. СПб, 2006. С. 115.

6. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Опыт создания фитоэкологической карты ключевого участка Ильменского заповедника / Л.А. Иванова // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2007. № 75, ч. 1. С. 139-142.

7. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Принципиальные основы создания карты растительности Ильменского заповедника / Л.А. Иванова // Актуальные проблемы геоботаники: материалы III всерос. шк.-конф. Петрозаводск, 2007. Ч. 1. С. 208-211.

8. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Структура и динамика растительного покрова Ильменского заповедника и ее отображение на карте / Л.А. Иванова // Экология: от Арктики до Антарктики: материалы конф. молодых ученых. Екатеринбург, 2007. С. 115-124.

9. Горчаковский П.Л. Оценка состояния и прогноз антропогенной динамики растительного покрова особо охраняемых природных территорий на основе фитоэкологического картографирования / П.Л. Горчаковский, Л.А. Иванова (Пустовалова) // Экология. 2008. № 4. С. 243-252.

10. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Отображение уникальных растительных сообществ на фитоэкологической карте заповедной территории / Л.А. Иванова // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И.И. Спрыгина. Пенза, 2008. Ч. I. С. 222-225.

11. *Иванова (Пустовалова) Л.А.* Оценка пожароустойчивости растительности Ильменского заповедника на основе геоинформационного картографирования / Л.А. Иванова // Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз: тез. докл. III Сахалин. молодеж. науч. шк. Южно-Сахалинск, 2008. С. 134-135.

Работа выполнена при поддержке грантов НШ-5551.2006.4 и РФФИ-05-04-48424.