

На правах рукописи

ШАЙХУТДИНОВА Галия Адхатовна

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЗАВОЛЖСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Специальность 03.00.16 — Экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Казань  
2003

Работа выполнена на кафедре ландшафтной экологии экологического факультета Казанского государственного университета

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор  
*Рогова Татьяна Владимировна*

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
*Марков Михаил Витальевич*

кандидат биологических наук, доцент  
*Демина Галина Владимировна*

Ведущая организация: Московский государственный университет

Защита диссертации состоится 4 ноября 2003 г. в \_\_\_\_ часов на заседании диссертационного Совета Д 212.081.19 при Казанском государственном университете по адресу: 420008 г. Казань, ул. Островского, д. 34, ауд. 204.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанского государственного университета

Автореферат разослан 3 октября 2003 г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета  
доктор химических наук,  
профессор

Г.А. Евтюгин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Наблюдение за структурой и динамикой растительного покрова — один из важнейших элементов мониторинга геосистем, приобретающий особую важность в условиях зональных экотонов.

Лесостепное Заволжье в пределах Республики Татарстан (РТ) — регион площадью около 35 тыс. км<sup>2</sup>. Его ландшафтно-экологическая специфика обуславливается комплексом абиотических факторов. Регион располагается в центре бореального экотона и хозяйственное воздействие здесь необратимо изменяет структуру теплового и водного балансов в сторону аридизации, что ведет к ксерофитизации и антропогенному остепнению растительного покрова. Благодаря длительной истории заселения территории Заволжья, деятельность человека выступает как один из важнейших ландшафтообразующих факторов.

Изучение динамики растительного покрова требует выяснения его природного облика и строения, что невозможно без детальной инвентаризации современных свойств и анализа их становления. Современный растительный покров РТ представляет собой сложную пространственную мозаику фитоценозов, которые находятся на разных стадиях сукцессионного процесса, образуя спектры сукцессионных рядов. Он являлся объектом изучения многих исследователей в течение более 150 лет, до сих пор не существует развернутой картографической сводки, характеризующей полное фитоценотическое разнообразие в базовом региональном масштабе (1:200000).

При создании средне- и крупномасштабных картографических моделей растительного покрова сложных экотонных территорий, имеющих длительный характер освоения, необходима проработка морфологической и покомпонентной структуры ландшафтов, изучение режима их функционирования, многовековой динамики. Моделирование «коренного» зонального или потенциального растительного покрова становится важным при проведении оценок современного состояния, нарушенности покрова и оценочном картографировании — составляющих мониторинга геосистем.

**Цели и задачи исследования.** Цель исследования — изучение ландшафтно-экологической специфики фитоценотического разнообразия заволжской лесостепи в пределах РТ и выявление закономерностей природной и антропогенной динамики растительного покрова региона.

Для достижения цели были сформулированы и решались следующие задачи:

1. провести инвентаризацию и картографирование растительного покрова в региональном масштабе с анализом его экотопологической структуры;
2. проанализировать естественноисторические предпосылки формирования современного облика растительного покрова региона и реконструировать его многовековую динамику;
3. оценить текущее состояние и современную динамику лесного покрова, выявить и проанализировать характер его отклика на воздействие ведущих антропогенных факторов;
4. выявить общие закономерности формирования рисунка лесного покрова в регионе и оценить его связь с факторами деградации.

**Научная новизна работы.** Впервые на основе экотопологического и геоинформационного анализа флоры и растительности заволжской лесостепи проведена инвентаризация и картографирование фитоценотического разнообразия региона в среднем масштабе (1:200000). Проведена оценка современного состояния лесного покрова региона и ведущих антропогенных факторов, определяющих его современную специфику. Впервые обобщена информация о характере откликов растительного покрова на негативное воздействие нефтегазодобывающих комплексов в соответствии с характером и длительностью воздействия, определена роль антропогенной фрагментации, как ведущего типа фонового нарушения растительного покрова при отчуждении земель под строительство и эксплуатацию объектов. Выявлены особенности формирования пространственной мозаики (рисунка) лесного покрова в различных ландшафтных условиях, доказана связь метрических характеристик элементов мозаики с их внутренним содержанием, внешними условиями и антропогенными факторами. В работе использованы новые оригинальные геоинформационные приемы и методы оценки временной и пространственной динамики растительного покрова. Достижением автора являются результаты реконструкции многовековой динамики лесного покрова и полученные при компьютерном моделировании карты распределения ареалов леса в различные исторические периоды, которые поддерживают положение о неустойчивости лесного покрова лесостепи, возвратно-поступательном характере его динамики, определяемой неоднородностью ландшафтно-экологических условий борельного экотона и своеобразной периодичностью освоения человеком.

**Практическая значимость результатов.** Результаты исследования могут быть применены при решении широкого спектра теоретических и прикладных задач ботанической географии, в ландшафтных исследованиях, при региональных оценках экологического потенциала и устойчивости геосистем, в покомпонентных и комплексных оценках состояния окружающей среды, при формировании сети ООПТ РТ, в охране биоразнообразия. Работа производилась в рамках научного направления экологического факультета КГУ "Структурно-функциональная организация природных и антропогенных экосистем и процессов: моделирование и управление". Материалы исследования использовались в процессе работы Казанского государственного университета над проектами "Предварительная оценка воздействия на окружающую среду региона деятельности ОАО "Татнефть" методами компьютерных технологий" и "Предварительная оценка воздействия на окружающую среду технологических процессов разработки мелких нефтяных месторождений методами геоинформационных технологий" (с 1996 г. по 2001 гг.); "Инвентаризация флоры РТ" (1997-1999 гг.); при обосновании территорий, перспективных для организации сети фрагментарного степного заказника в Лениногорском районе РТ (2000). Результаты работы находили применение при чтении общих и специальных курсов ("Ландшафтоведение", "Экология антропогенных ландшафтов") на экологическом факультете КГУ.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. При инвентаризации и среднemasштабном картографировании фитоценотического разнообразия региона с учетом доминантно-детерминантных признаков

сообществ и особенностей ландшафтной структуры территории выявляется 35 типов фитоценологических сукцессионных комплексов региональной размерности.

2. В качестве потенциальной растительности лесостепного Заволжья РТ следует рассматривать преимущественно лесной покров. Нереализованность его абсолютного господства ни в одном из климатических периодов голоцена обусловлена антропогенным воздействием. Функционирование лесного покрова, уже начиная со среднего голоцена, в значительной степени определялось деятельностью человека в условиях низменных ландшафтов и в меньшей степени в возвышенных.

3. Использование методов геостатистического анализа данных позволяет решать ряд задач, связанных с оценкой состояния и динамики лесного покрова, с выявлением и доказательством их связи с условиями среды и факторами деградации.

4. Антропогенная фрагментация с изменением структуры лесного покрова, проявляющаяся уже в региональном масштабе, — одно из ведущих фоновых нарушений, происходящее при отчуждении земель во временное и постоянное пользование в связи со строительством и эксплуатацией объектов нефтегазодобывающих комплексов.

**Апробация работы и публикации.** Основные результаты работы были представлены и обсуждались на: II Республиканской научной конференции "Актуальные экологические проблемы РТ" (Казань, 1995); научно-практической конференции "Пути повышения эффективности лесного хозяйства и роль лесов в оздоровлении окружающей среды РТ" (Казань-Лубяны, 1998); II(X) съезде РБО "Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков" (Санкт-Петербург, 1998); конференции "История, опыт работы и перспективы развития естественно-географического факультета КПУ" (Казань, 1998); международном симпозиуме "Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике" (Санкт-Петербург, 1999); международной конференции "Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии" (Санкт-Петербург, 2000); 43<sup>rd</sup> Symposium of the IAVS "Global to local perspectives of vegetation science: search for new paradigms for the 21<sup>st</sup> century" (Nagano, 2000); 2-м международном симпозиуме "Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике" (Санкт-Петербург, 2001); 3<sup>d</sup> Seminar of ecology "Ecology and management of protected areas" (Palermo, 2001); международной конференции "ИНТЕРКАРТО-9: ГИС для устойчивого развития территорий" (Новороссийск, Севастополь, 2003); итоговых научных конференциях Казанского государственного университета (1997-2002).

По теме диссертации опубликовано 15 работ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и использованных фондовых материалов, приложения. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 18 таблиц, 24 рисунка, в приложение вынесен систематический список флоры региона. Список литературы включает 227 наименований опубликованных источников, из них 30 работ на иностранном языке, 7 картографических изображений.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность проф. Т.В. Роговой за внимательное руководство и многолетнюю поддержку, искреннюю благодарность доц. А.А. Савельеву и ст.преп. С.С. Мухарамовой за возможность компьютерного моделирования и неоценимую помощь и консультации при обработке данных, [доц. Л.А. Мангутовой] за дружескую поддержку и ценные советы, профессорам Н.П. Торсуеву и О.П. Ермолаеву за содействие, сотрудникам кафедры ландшафтной экологии и лаборатории "Эколэнд" за возможность работать с фондовыми картографическими материалами. Автор также считает необходимым выразить благодарность студентам экологического факультета Р.Р. Гараевой, Д.С. Федорову, Н.Л. Гуляевой, Э.Х. Нурғалиевой за помощь в обработке материала.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА С ПОЗИЦИЙ ГЕОСИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

Рассматриваются теоретические представления о геосистемах (Сочава, 1971, 1974, 1978), подходы геосистемного мониторинга (Герасимов, 1976; Принципы и методы..., 1989), направления оценочных исследований с позиций геосистемного подхода (Исаченко, 1980; Canter, 1996; Regional Environmental Assessment, 1996), концепция ГИС как средства сбора, накопления и обработки данных оценочных исследований (Marble et al., 1983; Burrough, 1986; Berry, 1986; Parker, 1988; Конеспу, Rais, 1985; Трофимов, Панасюк, 1984; Тикун, 1989; Гармиз и др., 1989). Обосновывается системообразующая роль растительного покрова (Александрова 1961; Кожевников, 1998) и отмечаются подходы мониторинга его состояния на основе моделирования и автоматизированной обработки информации, создания специализированных ГИС. Рассматриваются теоретические основы изучения естественной и антропогенной динамики растительного покрова (Сукачев, 1942; Уиттекер 1980; Миркин, 1985; Миркин и др., 1978, 2001; Разумовский, 1981; Антропогенная динамика..., 1995), геоботанического картографирования как средства фиксации результатов наблюдения и оценки состояния и динамики растительного покрова (Сочава 1966, 1979; Уиттекер, 1980; Озанда, 1997) и способа отображения рисунка растительного покрова при анализе его пространственной структуры (Келлер, 1907; Алехин, 1931; Мазинг, 1969; Грибова, Исаченко, 1972). Разбираются подходы, использующие анализ рисунка растительного покрова и оценку его антропогенной фрагментации в практике управления природопользованием и при разработке концепций сохранения биологического разнообразия (Krummel et al., 1987; Harris, Silva-Lopez, 1995; Murcia, 1995; Dale et al., 1998; Jaeger, 2000).

### **2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

При инвентаризации флористического и фитоценотического разнообразия использованы данные 493 геоботанических описаний, из них 132 авторских, остальные по публикациям разных лет П.И. Крылова, С.И. Коржинского, В.Д. Авдеева, М.В[ас]. Маркова, М.В[ит]. Маркова, А.П. Ситникова, С.А. Гильмутдиновой; материалы полевых дневников 1998-99 гг. Т.В. Роговой и прочие описания, содержащиеся в базе данных информационной системы "Флора", поддержи-

ваемой на экологическом факультете КГУ (разработчики В.Е. Прохоров, Т.В. Рогова, 1997). Учитывались также указания 7400 находок отдельных видов в пределах территории, зафиксированные в базе данных указанной информационной системы. Программные средства и тематические справочники "Флоры" позволили провести статистическую обработку данных описаний и находок.

При организации выборочных полевых экспедиционных обследований растительного покрова региона в период с 1996-1999 гг. учитывалась его неравномерная исследованность. Сбор полевого материала проводился по стандартной методике маршрутных геоботанических описаний (Полевая геоботаника, 1964) с составлением флористических списков, оценкой обилия видов, характера экотопа и состояния популяций доминантов фитоценозов.

Кроме того, в работе использованы данные полевых ландшафтных исследований сезона 1996 г., собранные экспедицией кафедры ландшафтной экологии КГУ с участием автора для составления карты современных ландшафтов северо-востока Высокого Заволжья в пределах двух административных районов РТ.

Электронное картографирование растительного покрова в масштабе 1:200000 основано на обобщении и векторизации схем породного состава лесов лесхозов РТ и планов по лесничествам М 1:100000 и 1:25000, материалов дешифрирования многозональных космических снимков М 1:200000 разрешающей способностью до 50 м с последующим насыщением полученных контуров карты результатами изучения хорологии и классификации ценоотического разнообразия. В качестве справочных и основных карт при инвентаризационном картографировании, а также при составлении тематических оценочных карт и геоинформационном моделировании ретроспективных прогнозных карт использовался ряд опубликованных, рукописных и электронных картографических изображений из фондов экологического факультета КГУ.

В основу качественной и количественной оценки состояния лесного фонда, учета лесных ресурсов и интенсивности их использования положена информация фондов Минлесхоза РТ (с 2001 г. — Департамент лесного хозяйства Министерства экологии и природных ресурсов РТ) и Центрального государственного Архива РТ. Основной базой для оценки современного состояния лесной растительности послужили материалы последнего лесоустройства 1992-1995 гг.

В работе использованы различные методы современных ботанико-географических и экологических исследований: экологическая классификация растительности с учетом доминантных, индикаторных и детерминантных видов; компьютерное картографирование и геоинформационное моделирование на основе структурно-динамического и ландшафтно-экологического подходов, сравнительно-географический и ретроспективный анализ, метод балльных оценок и др.

При обработке статистического материала, составлении карт, их дальнейшей количественной оценке и создании оценочных карт использовались программные средства и инструментальная база профессиональных картографических систем, позволяющих реализовать технологическую цепочку создания компьютерных изображений, их редактирования и обработки (MapInfo Professional, Easy Trace, DIGITMAP, Surfer и др.). Кроме того, применялись оригинальные приемы, мето-

ды и средства геоинформационного анализа и моделирования пространственных данных.

### 3. ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Решение практических задач природопользования невозможно без детальной предварительной инвентаризации свойств природных объектов. Растительный покров РТ являлся объектом изучения многих исследователей в течение более 150 лет — одними из первых сведений флористического и ботанико-географического характера по территории располагают работы Э.А. Эверсмана (1840), Ф.И. Рупрехта (1866), П.Н. Крылова (1882, 1885). Но до сих пор не существует полной развернутой систематической сводки, характеризующей фитоценотическое разнообразие РТ и его хорологию. В работах ведущих исследователей края — С.И. Коржинского (1885, 1887 и др.), А.Я. Гордягина (1892, 1922), М.В. Маркова (1926, 1928 и др.), В.И. Баранова (1915, 1947, 1949), В.Д. Авдева (1939, 1945 и др.), В.С. Порфирьева (1943, 1947 и др.) и других содержатся либо обобщенные сведения о ведущих зональных формациях и их производных, либо приводятся подробные отчеты об исследованиях ценотической и/или популяционной структуры и динамики отдельных типов сообществ. Такую односторонность данных или обобщенный характер информации можно объяснить, в первую очередь, отсутствием пространственной (картографической) информации о ландшафтной структуре территории.

Лесостепное Заволжье в пределах РТ демонстрирует сочетание низменных и возвышенных ландшафтов Восточноевропейского семигумидного широколиственного и лесостепного типа. Границы исследуемой территории не совпадают полностью с границами орографических и естественноисторических регионов Западного и Восточного Закамья РТ, поскольку ландшафты, расположенные на северо-востоке последнего (высокие левобережные террасы долины Камы) по многим признакам тяготеют к бореальному подтаежному типу и объединяются в один район с ландшафтами Восточного Предкамья РТ. Характеристика ландшафтно-экологических особенностей территории лесостепного Заволжья РТ приводится в соответствии со схемой ландшафтного районирования, составленной в 1999-2000 гг. коллективом кафедры ландшафтной экологии КГУ при анализе и корректировке схем А.В. Ступишина (1964), М.В. Маркова (1948), федеральных схем ландшафтного районирования (Исаченко, 1988), схемы геоморфологического районирования РТ А.П. Дедкова (1999, рукопись). Согласно использованной схемы в РТ выделяется 23 ландшафтных района (ЛР), 9 из них отражают специфику природных комплексов лесостепного Заволжья.

Во флоре сосудистых растений региона фиксируется 1143 вида, принадлежащих 467 родам 107 семейств. Это более 70% общего списка флоры РТ, так как согласно последним данным, во флоре РТ насчитывается 1610 видов природной и натурализованной флоры сосудистых растений (Бакин и др., 2000).

Ведущими по числу видов в исследуемом регионе являются семейства *Asteraceae* (13% всех видов), *Poaceae* (9%) и *Fabaceae* (7%), многочисленны также семейства *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Rosaceae* (5-6%) и некоторые

др. Среди родов заметно доминирует *Carex* (3,5% всех видов). В спектре жизненных форм преобладают гемикриптофиты (54%) и терофиты (20%), что естественно для лесостепи. Анализ общего ареалогического спектра указывает на преобладание евро-западноазиатского, евроазиатского и голарктического элементов флоры. Отмечается ряд эндемиков.

Эколого-ценотический анализ указывает на преобладание рудеральных (15%) и луговых видов (11%), присутствие заносных (3.4%), что очевидно для активно эксплуатируемой территории. Континуальность распределения фиторазнообразия в условиях соприкосновения ландшафтных подзон и ботанико-географических областей ярче всего проявляется в проникновении на территорию региона бореальных элементов флоры. Бореальные виды, находящиеся в РТ на южной границе ареала (*Pyrola media*, *Majanthemum bifolium*, *Orthilia secunda*) зачастую можно встретить в составе травостоя широколиственных лесов у южных границ РТ в типично лесостепных ЛР.

Уникальность и уязвимость видов в неустойчивых местообитаниях лесостепи обуславливает необходимость охраны 284 из них, что составляет почти одну четвертую часть общего флористического списка региона. Для многих из них известны только единичные находки или малочисленные популяции, отчего они отнесены к разряду очень редких (Красная книга РТ, 1995). Десять видов считаются исчезнувшими, т.к. их находки не регистрировались с конца XIX — начала XX вв. Напротив, в ходе полевых обследований территории региона в последние годы найдено, определено и включено в общий список несколько новых для РТ видов (Марков и др., 1988; Папченков, 1993; Ситников, 1996; Ситников и др., 1998), в том числе три находки автора: *Galatella biflora* (L.) Nees; *Jurinea ledeborii* Bunge; *Plantago maritima* L. (*subsp. ciliata* Printz) (Бакин и др., 2000).

Длительное хозяйственное использование территории наложило отпечаток не только на состав флоры, но и на качественный состав современной растительности, значительно изменив ее физиономический облик.

В результате инвентаризации ценотического разнообразия РТ составлен каталог растительных сообществ РТ ранга формаций, групп и классов ассоциаций (Рогова, Шайхутдинова, 2000), выделение которых основано на классификации, учитывающей экотопологические свойства растительности и доминантно-детерминантные признаки сообществ, с указанием индикаторных видов. Каталог послужил основой для составления электронной карты растительности лесостепного Заволжья РТ в масштабе 1:200000 и разработки ее легенды. Фрагменты карты и легенды представлены на рисунке 1 и в таблицах 1а, 1б.

Легенда карты состоит из двух основных разделов. Структура легенды подчинена необходимости соблюдения среднемасштабной генерализации данных и вместе с тем, желанием придать ей максимальную информационную насыщенность. В этой связи, каждый код легенды служит для обозначения на карте своего рода эпитаксонов — фитоценологических сукцессионных комплексов, функционирующих в пространстве и времени. В описании подобные эпитаксоны представлены эколого-динамическими антропогенными или эдафическими рядами сооб-

ществ. Всего выделено и закартировано 35 типов таких эпитаксонов, в том числе 24 лесных, 10 степных, луговых и болотных.

Лесная растительность представлена в легенде перечнем ведущих условно-коренных, длительно-производных и коротко-производных сообществ. Длительно-производные формации приведены с указанием буквенного индекса, отнесенного к коренному типу, на месте которого они образованы. Коротко-производные мелколиственные формации вынесены отдельно и представлены рядами, учитывающими степень антропогенной трансформированности травянистого яруса: от формаций с относительно ненарушенным травостоем и доминированием в нем лесных видов, через олуговевшие послерубочные и рекреационные, к деградированным рудеральным типам, формирующимся в условиях выпаса и интенсивной рекреации.

Разнообразие нелесной растительности отражено в рядах антропогенно-производных вариантов сообществ, с учетом их экотопологических свойств и типа формируемых ими угодий. Здесь, пользуясь терминологией Вестхофа (Westhoff, 1952) выделены категории естественных, квазинатуральных, семикультурных и культурных сообществ. Квазинатуральные сообщества по типу угодий, характеру и степени их нарушенности подразделены на слабосбитые пастбищные и сенокосные, среднесбитые пастбищные, сильносбитые пастбищные. В качестве дополнений к основным рядам в категорию "верховые угодья" условно включены ряды сообществ оврагов и балок, локальных западин, которые невозможно показать на карте самостоятельно из-за масштабных ограничений. Причем в некоторых случаях они являются индикаторами дифференциации основных рядов. Основные ряды обозначены в легенде индексом "А", дополняющие — "Б".

При оценке характера взаимоотношений растительного покрова с природными и антропогенными составляющими геосистем в возвышенных ПТК лесостепи в качестве вспомогательных использованы материалы и результаты ландшафтного картографирования в масштабе М 1:50000. В качестве модельной послужила территория двух административных районов РТ площадью 1,97 тыс. км<sup>2</sup>.

Проводя сравнительную характеристику компонентов природных комплексов покато-пологих приводораздельных пространств и поверхностей поперечных водоразделов, склонов, пойм и надпойменных террас, днищ крупных балок, урочищ замкнутых понижений в поймах крупных рек можно констатировать, что к наименее нарушенным можно отнести ПТК средних частей склонов, которые обладают максимальным разнообразием представленных сочетаний компонентов и в некоторой степени сохраняют черты зональных ландшафтов.

Черноземные почвы преобладают, поскольку для их формирования оптимальны климатические условия. Почвообразование идет преимущественно на делювиальных глинах и тяжелых суглинках, что предопределяет наличие почвогрунтов тяжелого и среднесуглинистого механического состава. Разности дерново-подзолистых и серых лесных почв редки. В составе лесов преобладают березняки разнотравно-коротконожковые (*Brachypodium pinnatum*) и коротконожково-снытевые, считающиеся производными от дубовых неморальнотравяных (волосистоосоково-снытевых, подмаренниково-снытевых, звездчатково-снытевых) лесов, и встречаются здесь даже на черноземах выщелоченных и типичных. Это обстоятельство может служить доказательством вторичности лесного покрова в условиях рассматриваемых местообитаний и свидетельствовать о производном характере березняков не только от лесных, но и от травянистых степных формаций.

#### 4. МНОГОВЕКОВАЯ ДИНАМИКА ЛЕСНОГО ПОКРОВА ЗАВОЛЖСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Эволюция взглядов на вопрос о происхождении и динамике лесостепи берет начало в 1883 г., со времени выхода в свет «Русского чернозема» В.В. Докучаева. Этот вопрос широко дискутировался в XX вв. и считался одной из основных проблем русской ботанической географии (Талиев, 1904; Высоцкий, 1905; Танфильев, 1928; Костычев, 1890; Краснов, 1891; Коржинский, 1888, 1891; Гроссет, 1930; Лавренко, 1940 и др.).

Длительная история заселения территории Заволжья не оставляет сомнений в том, что деятельность человека — один из важнейших ландшафтообразующих факторов в регионе. Вслед за А.Я. Гордягиным (1921), отметившим связь динамики растительного покрова и характера освоения края, и В.Д. Авдеевым (1945), критиковавшим мнение о существовании в начале XVII в. "коренной" доагрикультурной растительности в черноземной полосе, мы придерживаемся взглядов о пульсирующем, возвратно-поступательном характере многовековой динамики растительного покрова исследуемого региона. Сложная динамика демографической структуры населения из-за войн и миграций определила неравномерность освоения регионов современной лесостепи во времени. Динамика лесных биогеоценозов, проявляя чувствительность к глобальным изменениям климата в голоцене, непосредственно связана также с режимом антропогенного воздействия, и поэтому объективно трудной задачей становится определение климаксных состояний отдельных локальных участков территории, на которой человек хозяйствует уже не одну тысячу лет. Существующие схемы ботанико-географического, ландшафтного районирования (Растительность..., 1980; Исаченко, 1991), аналитические карты растительности (Карта восстановленной растительности Восточной Европы, 1989; Зоны и типы пояса растительности России и сопредельных территорий, 1999) показывают самую общую картину соотношения лесных и степных площадей в регионе. Учитывая имеющуюся информацию о компонентах ПТК региона и возможности современных геоинформационных технологий мы возобновили попытки гипотетической реконструкции многовековой динамики

распространения лесного покрова, предпринятые впервые еще В.Д. Авдеевым (1945).

Исторические факты и результаты палеоботанических исследований (табл. 2) свидетельствуют, что в формировании ландшафтов региона в течение позднего голоцена намечаются два периода активного освоения с сильным антропогенным изменением растительного покрова, а также промежуточный период его восстановления, обусловленный ослаблением антропогенного давления. Хронологически эти периоды соответствуют временным отрезкам: от начала русской колонизации в XVII в. до наших дней — поздний период интенсивного воздействия; с появления болгарских племен в IX в. и до покорения Волжской Болгарии золотоордынскими племенами во второй половине XIV в. — ранний период интенсивного воздействия; в промежутке между ними длится период восстановления растительного покрова. Все эти события происходят на фоне глобальной динамики климата в среднем и позднем голоцене в целом благоприятствующей лесной экспансии.

Учитывая указанную периодичность гипотетические реконструкции соотношения лесных и нелесных площадей возможны для начальных и конечных моментов периодов освоения. За нелесные земли, помимо целинных степных участков, при этом принимаются также территории поселений, пашни, пастбища, сенокосы и т.п.

Реконструкция проводилась методом экспертного геоинформационного моделирования на основе математических приемов нечеткой логики (Шайхутдинова и др., 2003). Экспертная система оценивала гипотезы о наличии либо отсутствии лесного покрова при определенном режиме факторов среды. Разработка правил основывалась на обобщении литературных данных, анализе и сопоставлении современного и ретроспективного картографического материала (материалы Генерального межевания, карты растительности, почв, топографические, археологические, трехмерная модель рельефа и т.п., например, рис. 2), а также на комплексе экспертных знаний о ландшафтно-экологических условиях и растительном покрове региона.

Полученные в результате обработки данные, характеризующие ретроспективные прогнозные состояния лесного покрова, визуализировались в виде карт гипотетического распределения ареалов леса. Дальнейшая калибровка данных (уточнение численных характеристик, используемых в правилах) позволила откорректировать систему и оптимизировать результирующие карты (рис. 3-5).

Наиболее достоверная картина распределения ареалов лесного покрова получена для времени конца периода восстановления покрова / начала позднего периода освоения региона (рис. 3). Правила, разработанные для этого временного среза, наряду с учетом индивидуальности местообитаний, определяемых местоположением в рельефе, и характеристик почвенного покрова, традиционно использующихся для индикации потенциальной растительности, учитывают данные Генерального межевания начала XIX в. (по картографическим материалам

Таблица 2.

## Этапы освоения региона, климат и динамика лесного покрова

Исторические периоды	Характер хозяйственной деятельности	Периодизация голоцена	Климат	Растительный покров
Поздний палеолит свыше 8000 лет до н.э.	Рыболовство и охота	Древний и ранний голоцен 10000-6000 лет до н.э.	Пребореальный период 8300-7000 лет до н.э. — общее потепление с относительным похолоданием в период 8000-7500 лет до н.э.	Сосново-березовая лесостепь с незначительной ролью широколиственных пород: леса по долинам рек и защищенным склонам, степь на возвышенных, продуваемых местоположениях
Мезолит 8000-5000 лет до н.э.	Переход к оседлому хозяйству, начало освоения не только прибрежных, но и удаленных от крупных рек регионов		Бореальный период 7000-6000 лет до н.э. — продолжение потепления без снижения влажности	
Неолит 5000-3000 лет до н.э.	Строительство, сетевое рыболовство, начало скотоводства	Средний голоцен 6000-5000 лет до н.э.	Атлантический период 6000-3000 лет до н.э. — теплый и сухой	Широколиственно-сосново-березовые леса (с участием ели на востоке) в сочетании с лугово-степными группировками: на западе облесены долины; на востоке — теневые пологие склоны и долины
Бронза 3000-800 лет до н.э.	Земледелие в долинах рек, скотоводство на водоразделах		Суббореальный период 3000-500 лет до н.э. — похолодание и увеличение влажности	
Железо и раннее средневековье 800 гг. до н.э. - 9 в н.э.	Подсечно-огневая система земледелия - освоение водоразделов; строительство, выплавка металлов, скотоводство, заготовка кормов	Поздний голоцен с 500 гг. до н.э.	Субатлантический период с 500 гг. до н.э. — прохладный и относительно увлажненный с периодами потепления: 1100-1200 гг. — второй климатический оптимум; XIX-XX вв. — потепление с повышением средних температур более чем на 3°	В отсутствие человека был бы возможен максимум лесистости территории: лес занимал бы все склоны и стремился к водоразделам.
Болгары волжские 9-середины 14 вв.	Строительство, переложная система земледелия, двуполье и трехполье, яровые и озимые посевы, скотоводство, птицеводство, ремесло и торговля			В пылевых спектрах заметны признаки пастбищной дигрессии и земледельческого освоения
Казанское ханство середина 14-17 вв.	Относительное запустение края, переход хозяйства в экстенсивный режим			Благодаря человеку лес исчезает по долинам, равнинам и пологим склонам, сохраняется по возвышенным водоразделам и участкам, удаленным от скопления поселений
Русская колонизация с конца 17 в., капитализм	Активное освоение края после строительства закамских оборонительных линий			Широколиственные леса и лугово-степные группировки: восстановление леса по водоразделам, склонам, низменным долинам
				Интенсивное сведение леса (47%-32%-18% лесистости), сохранение леса по склонам оврагов и балок; на водоразделах и пологих склонах — в составе корабельных рощ

Ф.Ф. Бойко (1976), рис. 2). Если отбросить зоны с прогнозом присутствия леса достоверностью менее 0.6, можно считать, что на рубеже XVII-XVIII вв. исследуемый регион был значительно облесен, соотношение лесных и нелесных площадей было далеко не в пользу последних, особенно на востоке региона, где лес покрывал большинство возвышенных и низменных водоразделов и склоновых участков.

Следующим по степени достоверности можно считать прогноз для начала "постболгарского" времени со второй половины XIV в., где фиксируются последствия раннего периода освоения региона (рис. 4). Исторические факты (табл. 2) свидетельствуют, что в предшествующий период, даже на фоне относительно благоприятного для лесной экспансии климата (второй климатический оптимум голоцена 1100-1200 гг.), многие удобные для сельскохозяйственного освоения и животноводства территории активно эксплуатировались оседлым населением региона. В этой связи с большей уверенностью можно прогнозировать отсутствие лесного покрова вблизи населенных пунктов, располагающихся преимущественно в долинах крупных рек (рис. 2), чем возможность его сохранности или вторичного заселения.

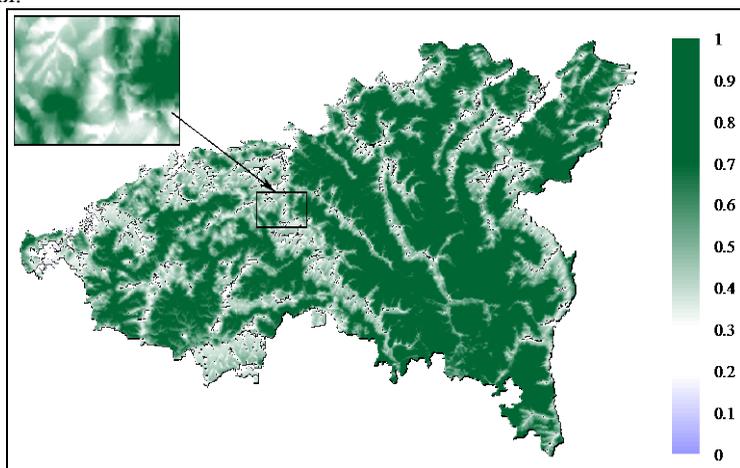


Рис. 3. Ареалы лесного покрова в конце XVII–начале XVIII вв. (шкала достоверности: 1 - лес достоверно есть; 0 - леса достоверно нет)

Из-за неблагоприятной политической обстановки в указанное время пашни забрасывались и первоначально покрывались сорной и далее луговой и степной растительностью. В совокупности с кормовыми угодьями именно эти участки могли формировать реликтовые черноземные области региона. Учитывая "переходный" характер лесостепных почв (согласно И.В. Тюрину, 1966), можно полагать, что впоследствии некоторые из них деградировали под лесной растительностью и не сохранились до нашего времени.

На соотношение лесных и нелесных площадей влияли и более древние поселения края. Благоприятный климат субатлантического периода мог бы показать

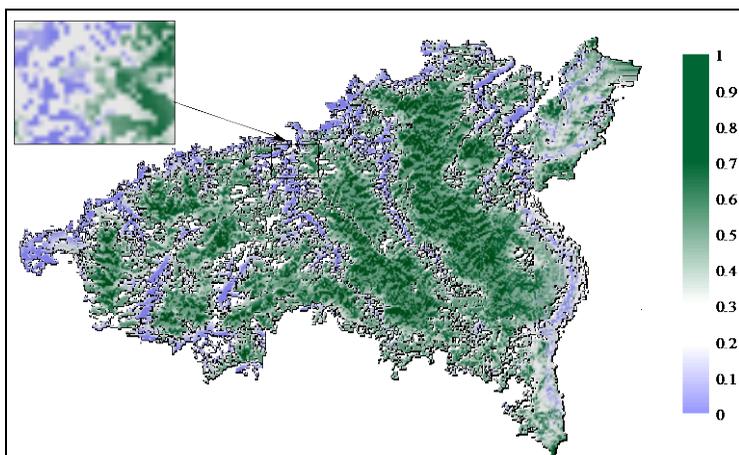


Рис. 4. Ареалы лесного покрова во второй половине XIV в.

(шкала достоверности: 1 - лес достоверно есть; 0 - леса достоверно нет)

максимум лесистости территории, но лесная растительность, осваивая водораздельные участки, теряла свои позиции в долинах, где вытеснялась вторичными антропогенно производными формациями. Прогноз для времени образования Волжской Болгарии (IX-X в.) (рис. 5), демонстрирует распределение в пользу лесного покрова, по сравнению с ситуацией XIV в., но все же не показывает его абсолютного господства.

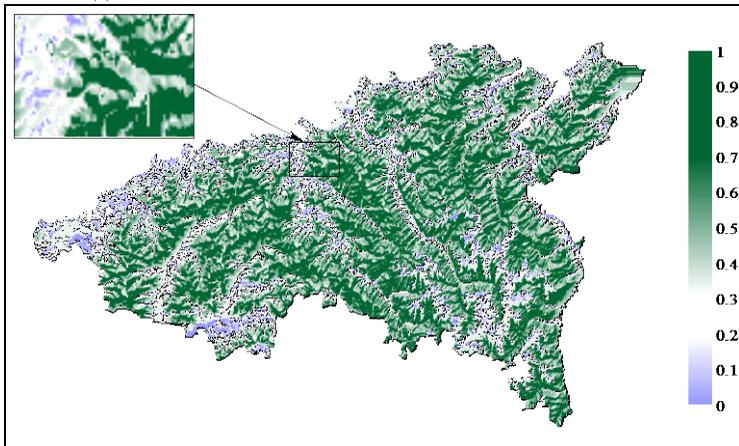


Рис. 5. Ареалы лесного покрова в IX-X в.

(шкала достоверности: 1 - лес достоверно есть; 0 - леса достоверно нет)

Доагрикультурная растительность могла существовать только не позже атлантического периода в среднем голоцене. В это время уже формируется почвенный покров во многом схожий с современным (Александровский, 1995), хотя позже на нем отразились влияния позднеголоценовых похолоданий и антропогенного фактора. Период примерно совпадает с концом мезолита и неолитической

эпохой, ознаменованной закреплением оседлых племен в регионе. Характер распределения лесного покрова мог быть примерно схож с последним (рис. 5), за исключением лучшей облесенности долин, особенно на западе региона.

Таким образом, неоднородность ландшафтно-экологических условий, колебания климата и своеобразная периодичность освоения региона заволжской лесостепи РТ определяют неустойчивость лесного покрова, возвратно-поступательный характер его многовековой динамики. Динамика покрова низменных и возвышенных ландшафтов заметно различается по своему характеру. Функционирование первых, в большей степени определяется именно влиянием человека с момента его появления: намечается ряд районов, остающихся безлесными со среднего голоцена. Сегодня они совпадают с зонами распространения типичных черноземов. Низменное положение и выровненность этих участков предполагает возможность их образования на первоначально луговых почвах (Роде, Смирнов, 1972), которые вероятно могли сформироваться на месте заброшенных полей. Вместе с тем, более или менее близкое к поверхности залегание грунтовых вод в черноземно-луговых и лугово-черноземных почвах значительно улучшает их лесорастительные свойства по сравнению с настоящими черноземами, соответственно можно утверждать, что в постболгарское время разрастание сохранившихся лесных массивов могло идти также именно в таких условиях.

Взаимоотношения леса и степи в пределах возвышенных ландшафтов определяются в большей степени физико-географическими условиями, в частности увлажненностью и микроклиматическими различиями элементов мозаики местоположений.

При определении "коренной" растительности региона, важен ряд условий. Если подразумевать под "коренной" растительностью ее климаксные состояния, соответствующие свойствам местообитаний и видовых популяций, принимая, что умеренное антропогенное воздействие также есть определенное неотъемлемое свойство местообитания (с позиций природно-антропогенных геосистем), то в качестве "коренного" правомерно принимать зональный лесостепной покров. Зональное соотношение лесных и степных участков при этом должно иллюстрироваться рис. 3. Характер распределения лесной и степной растительности, считающийся сегодня зональным, в некоторых случаях может быть случайным, обусловленным только различиями в режиме эксплуатации территории. Примером этому может служить ситуация с корабельными рощами: сохранение рощ и прилегающих к ним территорий в качестве лесных участков, есть результат стабильного строгого режима охраны в течение длительного времени.

Если же использовать понятие о потенциальной растительности, основанное на воссоздании климаксных состояний как результата демулационных сукцессий в данных климатических и прочих условиях при отсутствии антропогенного вмешательства, то нужно рассматривать преимущественно лесной покров, хотя его абсолютное господство в регионе не реализовалось ни в одном из климатических периодов.

## 5. СОВРЕМЕННОЕ АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕСА, ИХ ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА

При формировании современного состава, пространственной и демографической структуры лесных насаждений РТ антропогенная трансформация играла ведущую роль. И сегодня леса РТ закономерно продолжают испытывать интенсивное хозяйственное и рекреационное воздействие, располагаясь вокруг крупных промышленных центров и городских агломераций одного из густонаселенных регионов России. К числу главных лесопользователей можно отнести предприятия лесного хозяйства, отрасли агропромышленного комплекса, нефтегазодобывающую и перерабатывающую промышленность, которые оказывают наиболее масштабное и заметное влияние, определяя текущее состояние и динамику насаждений обширных территорий.

**Характер и интенсивность целевого лесопользования.** Характеристика и сравнительная оценка локальных и временных особенностей лесопользования показывает, что одной из антропогенных причин сохранения и усиления неоднородности состояния лесной растительности в современный период является его неравномерность и различия в способах ведения хозяйства по предприятиям.

Леса ГЛФ активно эксплуатируются — 62% земель (66% покрытых лесом) отнесены к II группе пользования и удовлетворяют местные потребности в древесине. Остальные 32% земель ГЛФ входят в I группу и выполняют рекреационные и охранные, а также различные защитные функции. Лесные земли, переданные в долгосрочную аренду с/х формированиям, как правило, выполняют функции полезащитных.

Бонитировка и обобщение данных, характеризующих интенсивность прямой лесоэксплуатации по предприятиям, позволили оценить в баллах ее суммарную величину, а наличие информации пространственного разрешения — составить карту распределения суммарной нагрузки по региону, отражающую давление прямого (лесосырьевого) пользования на участки леса в условных единицах пятибалльной шкалы (рис. 6). При выделении диапазонов значений шкалы современные данные рассматривались в контексте информации о воздействии в последний 50-тилетний период. В качестве суммируемых оценочных показателей использовались следующие характеристики:

1. категория использования и защитности леса (эксплуатационный статус участка леса);
2. объем действующей расчетной лесосеки по главному пользованию с учетом распределения по основным лесообразующим породам, м<sup>3</sup>;
3. объем лесосеки от фактической рубки, %.

Анализируя модель дифференциации современного прямого лесопользования в регионе лесостепного Заволжья РТ (рис. 6) на фоне нагрузки последнего 50-летия, можно отметить, что при преобладании воздействия "средней" интенсивности, максимальное давление приходится на леса юго-юго-западной части региона. Обобщение данных по ЛР позволяет проследить влияние природных особенностей на характер использования ресурса — давление на лесные ландшафты закономерно несколько выше, чем на типично лесостепные.

**Текущее состояние лесной растительности.** Все леса региона затронуты хозяйственной деятельностью и находятся на различных стадиях дигрессивно-демутационных процессов, имея характер вторичных, к которым относятся даже сообщества считающиеся "условно коренными" зональными — полидоминантные сосново-широколиственные и широколиственные леса из *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* и его спутников (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *U. laevis*). Активная лесозексплуатация привела к преобладанию коротко производных формации мелколиственных лесов с доминированием временных березняков и осинников.

Восстановление коротко производных формаций в зональные "условно коренные" возможно при отсутствии дополнительных нарушений антропогенного характера и при достаточном потенциале самовосстановления или проведении специальных мероприятий по уходу и искусственному возобновлению.

В связи с проявлением континентальности климата и из-за ухудшения условий перезимовывания дуба в регионе усиливается фитоценотическая роль липы, что проявляется в смене дубовых лесов, нарушенных выборочными и сплошными рубками, вторичными липняками (Кожевников, 1939, Марков, 1947). При этом последующее восстановление разновозрастных популяций дуба в них сильно затруднено, поскольку особенности структуры таких лесов и размеры внутриценозной мозаики не способствуют развитию его молодого поколения.

Общей особенностью дубрав является неполночленность демографического спектра *Quercus robur*, что обусловлено, в первую очередь, характером проводившихся рубок.

Сохранившиеся дубравы, преимущественно порослевого происхождения, низкоствольные, средней полноты и III-IV классов бонитета. Их возраст в среднем по лесхозам не превышает 50-65 лет (табл. 3) и лишь в составе липняков пачечных зон иногда достигает 110-120 лет. За период от предыдущего лесоустройства площади, занятые дубравами, сократились почти на 10%, что объясняется ослаблением и массовой гибелью дуба после засушливого лета 1972 г. и морозной зимы 1978-1979 гг. Сокращению площади дубрав способствует также деятельность диких копытных, стравливание и объедание подроста при выпасе под пологом леса. Большую угрозу ослабленным дубовым насаждениям представляют периодически возникающие вспышки активного размножения дендрофильных насекомых.

На фоне интенсивной эксплуатации и низких темпов естественного возобновления сохранение современного уровня лесистости осуществляется с помощью культур, под которыми находится 20% лесных земель региона. Преобладают посадки хвойных — *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, практикуется целевое выращивание осиновых и березовых насаждений. Это ведет к значительному обеднению разнообразия местной флоры и фауны, поскольку искусственные насаждения отличаются специфическим ограниченным набором видов при отсутствии сложной ярусной структуры и простоте демографического спектра популяций основного вида в образованных "культурфитоценозах" (по В.Н. Сукачеву (1961)). А тенден-

ция к замещению хвойными культурами коренных широколиственных пород надолго исключает возобновление последних.

Общий запас насаждений в регионе по данным последнего лесоустройства исчисляется в объеме 88032 тыс. м<sup>3</sup>. Запас распределен неравномерно, почти одна пятая его часть сконцентрирована в пределах центральной части региона, минимальны запасы наименее облесенных северо-восточных и юго-восточных районов.

Таблица 3.

Средние таксационные показатели насаждений

ЛЕСХОЗ	Возраст, лет	Бонитет, класс	Полнота	Запас на 1 га земель, м <sup>3</sup>		Прирост на 1 га, м <sup>3</sup>	
				покрытых лесом	спелых и перестойных насаждений	средний	текущий
Аксубаевский	32	I,3	0,74	125	194	4,3	3,7
Альметьевский	47	II,1	0,68	148	183	3,2	2,4
Бавлинский	46	II,2	0,66	132	153	3,1	2
Билярский	40	I,4	0,74	159	215	4,3	3,5
Болгарский	47	I,5	0,71	166	214	4	3
Бугульминский	52	I,9	0,68	157	174	3,3	1,6
Елабужский	45	I,6	0,63	136	158	3,5	2,8
Заинский	45	I,6	0,69	147	196	3,3	2,9
Камский	45	I,5	0,7	162	237	3,7	2,7
Калейкинский	41	I,9	0,69	135	187	3,3	2,8
Лениногорский	45	II,2	0,71	146	184	3,5	2,9
Мензелинский	49	I,8	0,7	166	196	3,6	2,5
Нижнекамский	49	I,4	0,71	161	215	3,8	3
Октябрьский	35	I,4	0,71	131	166	4	3,7
Черемшанский	37	I,7	0,71	134	195	3,8	3,5

Учет таксационных характеристик позволил провести комплексную балльную оценку состояния лесонасаждений, при обобщении и ранжировании разнородных статистических данных и качественных экспертных оценок их состава:

1. состояние древостоев, класс: коренные, соответствующие зональным; длительно производные; культуры, соответствующие зональным породам; коротко производные; культуры, не соответствующие зональным породам;
2. возраст основных лесообразующих пород, классы возраста;
3. бонитет основных лесообразующих пород, класс;
4. полнота основных лесообразующих пород, класс;
5. средний запас основных лесообразующих пород, м<sup>3</sup>/га;
6. средний запас спелых и перестойных насаждений основных лесообразующих пород, м<sup>3</sup>/га;
7. средний прирост основных лесообразующих пород, м<sup>3</sup>/га.

Данные оценивались в единицах условной пятибалльной бонитировочной шкалы, характеризующей степень отклонения от "благоприятного" состояния, соответствующего максимальному баллу 5. Результаты оценки визуализированы в виде карты суммарной оценки состояния лесного покрова (рис. 7).

На фоне общего "среднего" состояния, с продвижением на юг и восток заметна тенденция его ухудшения. Это проявляется как в снижении характеристик качественного состава насаждений, так и в ухудшении таксационных показателей.

Сопоставление балльных оценок состояния лесов региона (рис. 6) и нагрузки прямого лесопользования (рис. 7) проведено при расчете дисперсионного отношения Фишера

по рядам значений суммарных баллов каждого объекта базовой карты, с проверкой связей на монотонность. Проведенная оценка статистического влияния показывает, что характеристики достоверно связаны друг с другом: чем интенсивнее пользование, тем хуже состояние насаждений (рис. 8).

С позиций выяснения роли лесосырьевой эксплуатации в современном состоянии лесного покрова особо важен период 1943-1963 гг., когда насаждения семи лесных хозяйств центральной части региона на общей площади 371,3 тыс.га (33% ГЛФ РТ) относились к лесам III группы. Лесоустройством 1951-1952 гг. для них была принята наибольшая для советского периода истории лесов региона расчетная лесосека, определяемая в размере 2118,1 тыс. м<sup>3</sup>. И хотя при этом фактическая рубка заметно отставала по объемам, изменение условий лесозаготовки привело к последующему росту фактической рубки которая за три года достигла 1771 тыс. м<sup>3</sup> только по семи указанным лесхозам.

К началу 60-х гг. ТАССР оставалась единственной из всех сопредельных с ней автономных республик и областей, где сохранялись леса III группы, обладая при этом наименьшей лесистостью (15,7%).

В баллах шкалы, использованной при оценке современного воздействия, проведена бонитировочная оценка интенсивности прямого лесопользования в послевоенное время (40-гг.) и в годы максимальной нагрузки (50 гг.). Оценка показала, что лесозаготовка 40-х гг. характеризуется равномерно средним

уровнем с максимальной нагрузкой только в одном лесхозе. В 50-е гг. воздействие усиливается с акцентом на центральные районы, причем наиболее интенсивное воздействие оказывалось на насаждения лесных ЛР.

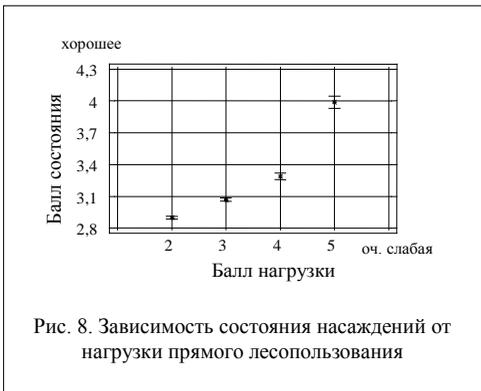


Рис. 8. Зависимость состояния насаждений от нагрузки прямого лесопользования

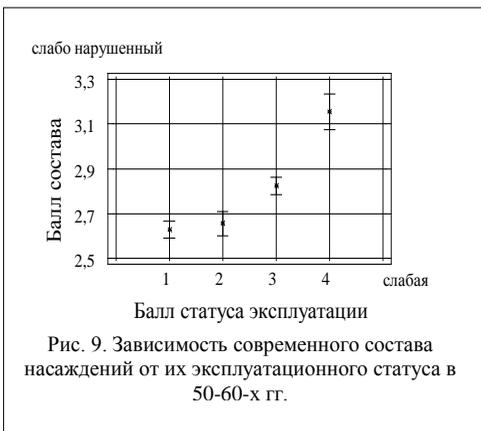


Рис. 9. Зависимость современного состава насаждений от их эксплуатационного статуса в 50-60-х гг.

Учитывая долгосрочный характер отклика лесного покрова на воздействие, правомерно ожидать зависимости современного состояния насаждений от интенсивности прямого лесопользования в прошлые годы. Но связь суммарных показателей современного состояния и суммарной нагрузки в 40-х и 50-х гг. статистически опровергается. Связи можно считать достоверными только по отдельным показателям — слагаемым суммарной оценки. Так, к примеру, выявляется прямо пропорциональная связь современного качественного состава насаждений и эксплуатационного статуса лесных участков, действующего в 40-50 гг. (рис. 9).

**Характер воздействия нефтегазодобывающей (НГД) промышленности.** Исследования в области выявления негативного влияния объектов топливно-энергетического комплекса на растительный покров чаще ограничиваются организменным уровнем — рассматривается действие нефтепродуктов, нефтепромысловых сточных вод (НСВ) и отходов бурения на физиолого-морфологическое состояние живых организмов, характер развития заболеваний и изменение состава фитоценозов за счет повреждения и гибели составляющих их видов (Солнцева, 1981; Гайнутдинов и др., 1985, 1988; Груздев, 1987; Добрянский, 1988; Шилова, 1988; Маковский, 1988; Звягинцев и др., 1989; Харук, 1998; Седых и др., 1998). Исследований, посвященных изучению нарушений на экосистемном или биогеоценотическом уровне многократно меньше. Слабо разработана нормативная база по учету ущерба, наносимого предприятиями НГД-комплекса растительному покрову, как самостоятельному компоненту геосистемы и ядру экосистемы.

Отклики растительного покрова на негативное воздействие НГД-комплексов в РТ мы условно делим на три группы, в соответствии с характером и длительностью воздействия.

1. "Локальное острое нарушение" — гибель и повреждение растительного покрова при нарушении технологического процесса добычи, транспортировки, подготовки и хранения нефти, транспортировки и утилизации НСВ. Наиболее опасными при этом являются последствия аварийных ситуаций при эксплуатации скважин (разгерметизация устьевого оборудования, обсадных колонн и проч.), разливов нефти и рассолов при порывах трубопроводов (нефтепроводов и водоводов), сбросы рассолов и сточных вод на поверхность при ремонте скважин.

2. "Фоновое нарушение" — проявляется в действии комплекса факторов, как прямодействующих, так и косвенных: нарушение природной структуры и функционирования биогеоценозов, изменение их состава и разнообразия, фрагментация растительных сообществ вследствие отчуждения земель для строительства объектов НГД-комплексов; ухудшение состояния растительного покрова в результате нарушения условий дренажа; развитие заболеваний и ухудшение санитарно-гигиенического состояния лесных древостоев из-за фонового загрязнения атмосферы.

3. "Прогнозируемое отдаленное нарушение" — возможность загрязнения корнеобитаемого слоя почв нефтепромысловыми сточными водами, поступающими в почвогрунты через системы поддержания пластового давления. При этом возможно как острое токсическое действие, так и хроническое, приводящее к отдаленным негативным последствиям.

Фрагментация и нарушение структуры лесного растительного покрова из-за временного и постоянного отчуждения земель при строительстве и эксплуатации объектов НГД-комплексов — особый вид фонового воздействия. Строительство объектов сопровождается вначале полным уничтожением растительного покрова, а затем увеличением мозаичности и синантропизацией растительности. В условиях лесостепного Заволжья это проявляется, в лучшем случае, в олуговении и остепнении травяного покрова, в худшем — в преобладании на территориях антропохоров, что затрудняет естественное восстановление первоначальной растительности.

**Динамика рисунка лесного покрова.** Количественный анализ рисунка лесного покрова с применением методов геостатистики позволяет выявить ряд ландшафтно-экологических закономерностей его формирования, доказать наличие связей пространственной структуры растительного покрова с характером использования территории. Расчет метрических характеристик контуров лесной растительности на базовой карте позволили оценить его динамику в связи с дифференциацией экотопологических условий.

Помимо интегральных показателей, включающих общие характеристики состава рисунка лесного покрова (число, площадь, периметр и др.) и общие характеристики сложности и взаиморасположения слагающих объектов (контуров) рассчитывались индивидуальные показатели формы каждого контура (коэффициент расчлененности  $K_2$ , сравнивающий периметр и площадь контура; коэффициент расчлененности  $K_1$  и индекс кругообразности  $K_3$ , основанные на сравнении периметра контура и периметра равновеликого ему круга и фрактальная размерность контура FRACT).

Статистическое влияние качества на индивидуальные показатели

Качественная характеристика	FRACT		$K_1$
	F	K-U	
Высота местности (низменные / возвышенные ЛР)	0.99 p=0.32	0.02 p=0.89	5.93 p=0.02
Природные условия (лесные / лесостепные ЛР)	<b>8.13</b> p=0.00	<b>17.72</b> p=0.00	<b>10.33</b> p=0.00
Класс контура (формация)	<b>16.96</b> p=0.00	<b>132.64</b> p=0.00	<b>28.02</b> p=0.00

**Примечание:** выделены значения, указывающие на

При их сравнительной оценке заметна тенденция к более однородным контурам последних образований. Контурные объекты, обладая большей размерностью, размещаются в пределах лесных массивов (F) и критерия Краскелла-Уоллиса (K-U) в зависимости от класса контура (растительной формации) и сложности границы контура достоверно различаются, например, величины фрактальной размерности

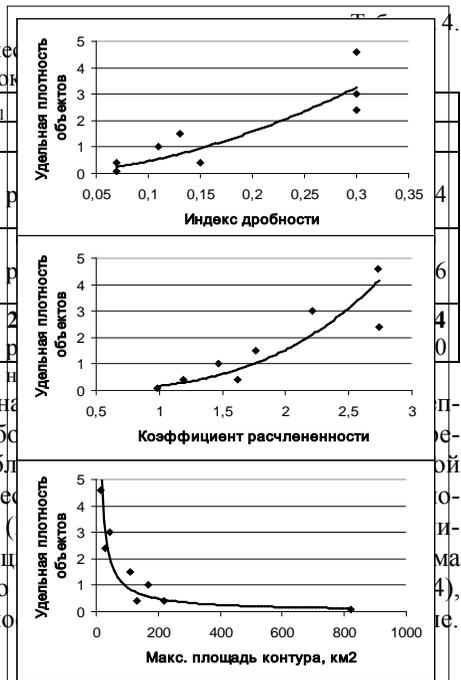


Рис. 10. Зависимость интегральных показателей рисунка лесных массивов от плотности объектов в пределах НГДУ

Выявляются достоверные отличия формы контуров формаций низменных и возвышенных, лесных и лесостепных ЛР. Полностью эти различия характерны только для доминантных классов (осинников и березняков) и культур. Сложность рисунка, обусловленная преобладанием лесных или лесостепных признаков, наиболее четко проявляется в мозаике осинников и культур сосны, причем рисунок осинников зависит также и от высотных условий ЛР.

Для оценки влияния на рисунок лесного покрова факторов фонового фрагментирующего воздействия нефтегазоразработок проведены расчеты интегральных показателей сложности мозаики лесных массивов в пределах зон деятельности НГД-управлений (НГДУ) и сравнение их с величиной, характеризующей удельную плотность их линейных и площадных объектов. В районах с лесистостью близкой к оптимальной для лесостепной зоны (25%) прослеживается усложнение рисунка лесных массивов с ростом величины удельной плотности объектов НГДУ, что выражается в усилении раздробленности, расчлененности и дробности контуров (рис. 10). Выявляется также закономерность снижения величины максимальной площади лесных массивов с ростом удельной нагрузки.

### **ВЫВОДЫ**

1. В среднем масштабе для лесостепного Заволжья РТ выделяется и картируется 35 типов фитоценологических сукцессионных комплексов, в том числе 24 лесных, 10 степных, луговых и болотных, представленных антропогенными и эдафическими рядами сообществ ранга формаций, групп и классов ассоциаций в зависимости от их доминантно-детерминантных признаков и экотопологических свойств занимаемых местообитаний.

2. В условиях возвышенных лесостепных ландшафтов максимальным разнообразием сочетаний ландшафтных компонентов отличаются ПТК средних частей склонов, которые относятся также и к наименее нарушенным, сохраняющим черты зональных ландшафтов. В спектре лесной растительности преобладают березняки разнотравно-коротконожковые и коротконожково-снытевые, произрастающие здесь даже на черноземах выщелоченных и типичных, что свидетельствует о вторичном характере березняков не только на месте лесных, но и степных формаций.

3. Неоднородность ландшафтно-экологических условий, изменчивость климата и своеобразная периодичность освоения региона заволжской лесостепи РТ определяют неустойчивость лесного покрова, возвратно-поступательный характер его многовековой динамики. Динамика покрова низменных и возвышенных ландшафтов заметно различается по своему характеру. Функционирование первых, в большей степени определяется влиянием человека, начиная со среднего голоцена. Взаимоотношения леса и степи в пределах возвышенных ландшафтов определяются в первую очередь физико-географическими условиями, в частности увлажненностью и микроклиматическими различиями элементов мозаики местоположений.

4. Из-за непостоянства антропогенного фактора, характер распределения лесной и степной растительности, считающийся сегодня зональным в некоторых случаях может быть случайным, обусловленным только различиями в длительном

режиме эксплуатации территории. В качестве потенциальной растительности лесостепного Заволжья РТ нужно рассматривать преимущественно лесной покров, хотя его абсолютное господство в регионе так и не реализовалось ни в одном из климатических периодов голоцена.

5. Одной из причин сохранения и усиления неоднородности состояния лесной растительности в современный период является неравномерность лесопользования, различия в способах ведения хозяйства по предприятиям. Геостатистическая оценка современного состояния насаждений и интенсивности их прямого (лесосырьевого) использования показывает взаимную сопряженность показателей. Кроме того, современный качественный состав насаждений непосредственно связан с их эксплуатационным статусом в годы максимального использования (40-50-е гг. XX в.).

6. Рисунок лесной растительности лесостепного Заволжья на среднемасштабной карте характеризуется значительной сложностью и неоднородностью, что является следствием преобразования ее облика при осуществлении лесохозяйственных и прочих мероприятий, поскольку доказано, что форма контуров, слагающих рисунок, непосредственно связана с их содержанием. Проявление антропогенной динамики рисунка происходит на фоне ландшафтной неоднородности территории: в пределах низменных и лесных ландшафтов на фоне естественного стремления рисунка к агрегированности, формируется сложная внутренняя мозаика; в возвышенных и типично лесостепных ландшафтах — рисунок более дробный и более равномерный.

7. Антропогенная фрагментация с изменением структуры лесного растительного покрова — одно из ведущих фоновых нарушений, происходящее из-за отчуждения земель во временное и постоянное пользование при строительстве и эксплуатации объектов НГД-комплексов. В нефтегазоносных районах с лесистостью, близкой к оптимальной, дробность рисунка лесных массивов связана с величиной удельной плотности линейных и площадных объектов НГД-комплексов, что проявляется даже в среднем масштабе.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Шайхутдинова Г.А. К вопросу об оценке состояния и динамики лесного растительного покрова в комплексном геосистемном мониторинге / Т.В. Рогова, Г.А. Шайхутдинова // Актуальные экологические проблемы РТ. Тезисы докладов II Республиканской научной конференции. — Казань, 1995.— С. 205.
2. Шайхутдинова Г.А. Растительный покров и животный мир, их состояние, рациональное использование / Т.В. Рогова, А.П. Ситников, В.Г. Марфин, Г.А. Шайхутдинова // Анализ современного состояния окружающей среды Ютазинского района РТ. Сер. "Экология и природопользование" Вып. 2. Казань, 1996.— С. 70-80.
3. Шайхутдинова Г.А. Растительный покров Азнакаевского района / Т.В. Рогова, Г.А. Шайхутдинова // Анализ современного состояния окружающей среды Азнакаевского района РТ. Сер. "Экология и природопользование" Вып. 3. Казань, 1997.— С. 74-82.
4. Шайхутдинова Г.А. Антропогенная динамика растительного покрова северной заволжской лесостепи в пределах РТ / Г.А. Шайхутдинова // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Тезисы докладов, представленных II(X) съезду РБО. Том 1. СПб.: БИН РАН, 1998.— С.324.
5. Шайхутдинова Г.А. О состоянии лесных насаждений лесостепного Предволжья и Закамья / Г.А. Шайхутдинова, Т.В. Рогова // Пути повышения эффективности лесного хозяйства и роль лесов в оздоровлении окружающей среды Респ. Тат. Тезисы научно-практической конференции. Казань-Лубяны, 1998.— С. 78-79.
6. Шайхутдинова Г.А. Редкие и охраняемые виды бореальных лесов на южной границе их распространения / И.В. Пименова, Г.А. Шайхутдинова // История, опыт работы и перспективы развития естественно-географического факультета. Тез. конф. посв. 80-летию образования ЕГФ. Ч. 2.— Казань, Экоцентр, 1998.— С. 74-75.
7. Шайхутдинова Г.А. Оценка ландшафтно-экологических связей биоразнообразия растительного покрова средствами ГИС / Т.В. Рогова, А.А. Савельев, Г.А. Шайхутдинова // Информационно-поисковые системы в зоологии и ботанике (Тезисы Международного симпозиума).— Труды Зоологического института РАН, 1999, Том 278.— С. 92-93.
8. Шайхутдинова Г.А. Экологический каркас юго-востока Высокого Заволжья: результаты крупномасштабного картографирования современных ландшафтов / Л.А. Мангутова, О.П. Ермолаев, Г.А. Шайхутдинова // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии. № 1(3).— Казань: Изд-во "Экоцентр", 2000.— С.33-38.
9. Шайхутдинова Г.А. Сравнительный анализ разновременных геоботанических карт средствами ГИС / Т.В. Рогова, Г.А. Шайхутдинова // Тез. докл. межд. конф. "Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии" — СПб, БИН РАН. 2000.— С 47-48.
10. Shaikhutdinova G.A. Vegetation and flora mapping approach for ecological regions identification at Middle Volga basin (Tatarstan republic) / T.V. Rogova, G.A. Shaikhutdinova // Abs. presented at the 43<sup>rd</sup> Symposium of the IAVS "Global to local perspectives of vegetation science: search for new paradigms for the 21<sup>st</sup> century". Nagano, July 23-28, 2000.— P.48.
11. Шайхутдинова Г.А. Оценка динамики пространственной структуры лесной растительности средствами ГИС-технологий при проведении ОВОС нефтегазодобывающей промышленности / Г.А. Шайхутдинова // Тезисы 2-го Международного симпозиума "Информационные и телекоммуникационные ресурсы в зоологии и ботанике".— СПб., ЗИН РАН, 2001.— С. 148-149.
12. Шайхутдинова Г.А. Картографирование растительного покрова РТ на ландшафтно-экологической основе / Т.В. Рогова, Г.А. Шайхутдинова // Вестник Татарстанского отде-

- ления Российской Экологической Академии. № 3-4(13-14), 2002.— Казань: Изд-во "Экоцентр", 2002.— С.11-23.
13. Шайхутдинова Г.А. Изучение динамики растительного покрова средствами ГИС / Т.В. Рогова, А.А. Савельев, М.В. Кожевникова, Г.А. Шайхутдинова // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. Выпуск 5. Под общ. ред. О.В. Бакина и Ю.А. Горшкова.— Казань, 2002.— С.125-144.
14. Шайхутдинова Г.А. Характер воздействия нефтегазодобывающих комплексов на растительный покров в РТ / Г.А. Шайхутдинова // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии. № 1(15), 2003.— Казань: Изд-во "Экоцентр".— С. 39-42.
15. Шайхутдинова Г.А. Геоинформационная реконструкция многовековой динамики лесного покрова заволжской лесостепи в голоцене / Г.А. Шайхутдинова, А.А. Савельев, Д.С. Федоров // ИНТЕРКАРТО-9: ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы Межд. конф., Новороссийск, Севастополь, 25-29 июня, 2003. — С. 128-132.