

ЛИТЕРАТУРА

Байков К.С., Доронькин В.М., Малышев Л.И. // Ботанические исследования Сибири и Казахстана: Труды Гербария им. В.В. Сапожникова. Выпуск 4. Барнаул, 1998 г. С. 49–62.

Куминова А.В. Растительность Алтая. Новосибирск, 1960. 450 с.

Курнишкова Т.В., Старостенкова М.М. Полевая практика по географии растений с основами ботаники. М., 1988. 69 с.

Флора Сибири 1–14 том. Новосибирск, 1987–1997.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТРАВЯНО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА УРОВНЕ ЛЕСОТАКСАЦИОННОГО ВЫДЕЛА

Ханина Л. Г.*, Бобровский М. В., Михайлов А. В.**, Комаров А. С.****

*Институт математических проблем биологии РАН, г. Пущино, Россия.

**Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
г. Пущино, Россия. lkhanina@rambler.ru

Предложена методика моделирования динамики экосистемного и видового разнообразия растительности лесных территорий на уровне лесотаксационного выдела. В основе методики лежит использование эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов растений, выделенных О.В. Смирновой совместно с Л.Б. Заугольной на основе ЭЦГ А.А. Ниценко (1969) и исторических свит Г.М. Зозулина (1973). Для моделирования динамики напочвенного покрова лесных сообществ центра европейской России мы использовали базовую систему ЭЦГ из семи групп (Смирнова и др., 2004), состав которой был уточнен (Смирнов и др., 2006) путем проведения многомерного анализа более 2000 геоботанических описаний и информации об экологических свойствах видов, формализованных в виде экологических шкал. Список ЭЦГ доступен через Интернет по адресу <http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg>. Эколого-ценотический подход позволил: 1) предложить методику проведения единой эколого-ценотической классификации как лесотаксационных, так и геоботанических описаний растительности и методику оценки среднего видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса лесных сообществ, выделенных на уровне лесотаксационного выдела, по данным лесной таксации с привлечением результатов геоботанических исследований (Бобровский, Ханина, 2004); 2) предложить алгоритм оценки динамики живого напочвенного покрова лесных экосистем в зависимости от изменения параметров древостоя и экологических характеристик местообитания (Ханина и др., 2006).

Для прогноза динамики параметров древостоя и экологических характеристик местообитания предложено использовать модель лесной продуктивности и круговорота углерода и азота в лесных экосистемах EFIMOD (Komarov et al., 2003). Система моделей EFIMOD описывает ежегодную динамику древесных видов, сухостоя и валежа, пулов органического вещества почвы и доступного для растений почвенного азота, а также влажности почвы и лесной подстилки при различных сценариях лесохозяйственных мероприятий. Модель использует среднемесячные температуру и влажность лесной подстилки и минеральной почвы, которые имитируются генератором почвенного климата. Существенной особенностью модели является совместное рассмотрение динамики древостоя и пулов органического вещества в почве, что позволяет прогнозировать как изменение в возрастном и видовом составе древостоя, так и изменение таких параметров местообитания, как богатство и влажность почвы. Инициализация модели осуществляется путем оценки начальных значений пулов органического вещества и азота в почве разных типов местообитаний и типов леса.

Входными параметрами системы моделей EFIMOD являются: видовая и возрастная структура древостоя; основные дендрометрические параметры (средние диаметр и высота, сумма площадей сечений, запас и др.) каждого элемента леса (возрастной когорты каждого вида); число деревьев на гектар; валеж (тонны на гектар); пулы углерода и азота лесной подстилки и почвы; гидрологические параметры почвы; среднемесячные температура воздуха и осадки; сценарии рубок. Выходными данными системы моделей являются: состав древостоя; дендрометрические параметры каждого элемента леса; биомасса; валеж; число деревьев на гектар; пулы углерода и азота в древостое и почве; эмиссия CO_2 ; биомасса, углерод и азот вырубленной древесины.

Динамику напочвенного покрова предложено оценивать с годовым шагом для каждого лесотаксационного выдела путем изменения доминирующей ЭЦГ в выделе в зависимости от динамики видового и возрастного состава древостоя, количества валежа и почвенных характеристик, которые моделируются системой EFIMOD. Инициализация блока оценки состояния напочвенного покрова проводится путем определения для каждого выдела начальных параметров доминанта древостоя и доминирующей в напочвенном покрове ЭЦГ. В случае отсутствия в лесотаксационных описаниях информации о доминирующих видах напочвенного покрова, доминирующую ЭЦГ вероятностно присваивают каждому выделу по доминанту древостоя и типу условий местопрорастания (ТУМ) на основе региональных таблиц «доминант древостоя – ТУМ – доминирующая ЭЦГ». Для каждого выдела определяется ранг видового разнообра-

зия растительности. Для этого определяется эколого-ценотический тип растительного сообщества по сочетанию доминанта древостоя и доминирующей ЭЦГ напочвенного покрова. Затем по базе данных геоботанических описаний лесных территорий FORUS (Smirnova et al., 2006) рассчитываются средние значения видового разнообразия соответствующих типов растительных сообществ (средние значения числа видов растений на единицу площади); составляются справочные таблицы рангов видового разнообразия. Смена доминирующих ЭЦГ задается путем применения экспертных правил, сформулированных на основе анализа данных экспериментальных исследований – компьютерных и лабораторных экспериментов, полевых наблюдений.

Далее на каждом следующем шаге моделирования:

1) изменяют ЭЦГ, доминирующую на предыдущем шаге, в зависимости от достижения пороговых значений выбранных экосистемных параметров;

2) по доминанту древостоя и доминирующей ЭЦГ определяют ранг видового разнообразия, соответствующий новому сочетанию «доминант древостоя» – «доминирующая ЭЦГ напочвенного покрова».

Предложенный алгоритм был реализован в программном модуле BioCalc. Входные данные BioCalc включают: 1) таблицы частотного распределения выделов с различными доминирующими ЭЦГ в напочвенном покрове «доминант древостоя – ТУМ – ЭЦГ»; 2) таблицу рангов видового разнообразия для различных сочетаний доминантов древостоя и доминирующих ЭЦГ напочвенного покрова; 3) таблицу временных рядов по динамике экосистемных параметров при различных режимах лесопользования – ежегодная динамика характеристик древостоя, валежа, почвы для каждого лесотаксационного выдела, рассчитываемая в модели EFIMOD. Правила смены ЭЦГ задают в диалоговом режиме – выбирают пороговые значения для любого экосистемного параметра, присутствующего в таблице временных рядов. Достижение порогового значения, согласно правилам, будет вызывать изменение доминирующей ЭЦГ. В процессе создания правил можно просматривать все значения любого параметра из таблицы временных рядов; при этом для числовых параметров, с целью облегчения процесса определения пороговых значений, строятся графики, где указываются все значения выбранных параметров в упорядоченном виде.

Для каждого лесотаксационного выдела на каждом шаге моделирования определяются следующие оценки разнообразия растительности (выходные параметры программы BioCalc): 1) доминирующая в напочвенном покрове ЭЦГ; 2) тип леса как сочетание доминирующего вида в древостое и доминирующей ЭЦГ в напочвенном покрове; 3) ранг видового

разнообразия напочвенного покрова. В BioCalc существует возможность в момент расчета непосредственно анализировать изменение числа выделов с доминированием различных ЭЦГ, а также динамику суммарного разнообразия напочвенного покрова (суммы рангов видового разнообразия всех анализируемых выделов на каждом шаге моделирования). Результаты моделирования представляются в виде серии таблиц, графиков и карт. Для анализа моделируемых параметров биоразнообразия на ландшафтном уровне используется программная система визуализации пространственно-временных рядов CommonGIS (Andrienko, Andrienko, 1999).

Модельные расчеты, проведенные для участков еловых и смешанных лесов Костромской и Московской областей при различных сценариях ведения лесного хозяйства – рубках разного типа и заповедания (Ханина и др., 2006; Khanina et al., 2007) – в целом соответствовали результатам, полученным ранее при исследовании динамики лесной растительности. Расчеты количественно показали, что для сохранения экосистемного и видового разнообразия растительности необходимо учитывать характеристики местообитания и сочетать на одной территории различные режимы ведения лесного хозяйства, включающие как рубки, так и полное заповедание.

ЛИТЕРАТУРА

Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Количественная оценка разнообразия растительности на локальном уровне по лесотаксационным данным // Лесоведение. 2004. № 3. С. 28–34.

Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности Европейской части СССР // Бот. журн. 1973. Т. 58, № 8. С. 1081–1092.

Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн. 1969. Т. 54, № 7. С. 1002–1014.

Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. 2006. Т. 111. № 1. С. 27–49.

Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы / Ред. Смирнова О.В. Восточно-Европейские леса (история в голоцене и современность), М.: Наука, 2004. Т. 1. С. 165–175.

Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Комаров А.С., Михайлов А.В., Быховец С.С., Лукьянов А.М. Моделирование динамики разнообразия лесного напочвенного покрова // Лесоведение. 2006. № 1. С. 70–80.

Andrienko G., Andrienko N. Interactive maps for visual data exploration // Int. J. Geographical Information Science. 1999. № 4. V. 13. P. 355–374.

Khanina L.G., Bobrovsky M.V., Komarov A.S., Mikhajlov A.V. Modelling dynamics of forest ground vegetation diversity under different forest management regimes // Forest ecology and management. 2007. In press.

Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L., Nadporozhskaya M.A., Mikhailov A.V., Bykhovets S.S., Zudina E.V., Zoubkova E.V. EFIMOD 2 – a model of growth and cycling of elements in boreal forest ecosystems // Ecological Modelling. 2003. № 2—3. V. 170. P. 373–392.

Smirnova O., Zaugol'nova L., Khanina L., Braslavskaya T., Glukhova E. FORUS – database on geobotanic relevés of European Russian forests // Математическая биология и биоинформатика: I Международная конференция, г. Пущино, 9–15 октября 2006 г.: Доклады / Под ред. В.Д.Лахно. М.: МАКС Пресс. 2006. С. 150–151.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ В РАННЕМ И СРЕДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

Харитonenков М. А.

Пущинский Государственный Университет, г. Пущино, Россия.
gravedigger2005@rambler.ru

Актуальная проблема современной геоботаники – оценка трансформирующего воздействия предшествующего природопользования на состав и структуру растительного покрова.

Цель работы – выявить основные направления антропогенной трансформации лесного покрова Западно-Сибирской равнины в раннем и среднем голоцене по археологическим и палинологическим данным.

Методология и методика

В процессе исследования использовалась методика сопоставления археологических данных, свидетельствующих о распределении и плотности населения с соответствующим типом природопользования, а, следовательно, потенциальным характером и масштабом воздействия на леса, и палинологических данных, позволяющих в региональном масштабе судить об изменениях состава древостоя и выявлять его сукцессионное состояние.

Основные методы: составление БД по стационарным поселениям соответствующей культурной принадлежности, картографическая реализация БД.