

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе БГТУ
доцент _____ С.А. Касперович

Регистрационный № УД- _____ /р.
« ____ » _____ 201 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ЛЕСА
И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:
1-75 80 02 «Лесоустройство и лесная таксация»

Факультет лесохозяйственный
Кафедра лесоустройства

Семестр – 1
Лекции – 12 часов

Лабораторные занятия – 12 часов

Зачет – 1 семестр

Аудиторных часов по
учебной дисциплине – 24

Всего часов по
учебной дисциплине – 54

Форма получения высшего
образования – очная (дневная)

Составил Н.П. Демид, кандидат с.-х. наук

2013 г.

Учебная программа составлена на основе учебного плана (регистрационный № 75-2-28/уч), утвержденного 02.08.2012 г., и образовательного стандарта по второй ступени высшего образования (магистратура) специальности 1-75 80 02 «Лесоустройство и лесная таксация»

Рецензенты

С. С. Цай, ведущий инженер отдела дистанционного зондирования и мониторинга лесов РУП «Белгослес», канд. с.-х. наук

Г. Я. Климчик, доцент кафедры лесоводства БГТУ», канд. с.-х. наук, доцент

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой лесоустройства
03.09.2013 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой лесоустройства _____ И.В. Толкач

Одобрена и рекомендована методической комиссией **лесохозяйственного**
факультета

26.12.2013 г., протокол № 4

Председатель _____ А.И. Блинцов

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины в системе подготовки магистра и связи ее с другими учебными дисциплинами

В Беларуси создана информационная система управления лесным хозяйством, в лесхозах внедрена геоинформационная система «Лесные ресурсы», совершенствуются дистанционные аэрокосмические технологии получения данных о лесном фонде.

Внедрение и развитие информационных технологий в лесном хозяйстве неразрывно связаны с моделированием роста леса и лесохозяйственных процессов (лесопользования, рубок ухода, лесовосстановления и др.), что дает ключевую информацию для системы контроля и управления лесами, поэтому необходима компетентность специалистов в разработке математических моделей, отвечающих современным требованиям.

Математическое моделирование приучает исследователей к строгому логическому анализу. При построении модели они должны сформулировать четкую цель исследования, исходные гипотезы, выделить факторы, влияющие на процесс, рассмотреть всевозможные следствия и т. д. Изменения окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности человека и глобальных природных процессов выдвигают важную хозяйственную задачу постоянного изучения лесных биогеоценозов, их развития, устойчивости и способности к восстановлению.

Для успешного изучения курса **«Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов»** студент должен обладать достаточными знаниями в следующих смежных дисциплинах:

- 1) лесная биометрия;
- 2) лесная таксация;
- 3) лесоводство;
- 4) лесоустройство;
- 5) экономика и организация лесного хозяйства;
- 6) методы оптимизации в лесоустроительном проектировании и лесохозяйственном планировании.

Цели и задачи преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины **«Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов»** – подготовить квалифицированного специалиста лесного хозяйства, владеющего теоретическими знаниями в области моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов, обладающего навыками построения, оценки и использования соответствующих моделей с применением современных систем компьютерной математики.

Задачи, которые должны быть для этого решены:

- усвоение теоретических основ моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов;

– приобретение практических навыков моделирования свойств и поведения сложных биологических, экологических и лесохозяйственных систем с применением новейшего программного обеспечения.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения данной дисциплины

магистрант должен знать:

- особенности лесоводственной информации, источники ее ошибок и способы их уменьшения;
- теоретические основы моделирования сложных систем;
- базовые математические теории и модели, применяемые для моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов;
- основные проблемы моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов и перспективные направления их решения;

магистрант должен уметь:

- создавать алгоритмические и функциональные модели сложных систем в лесохозяйственной области;
- подбирать соответствующие сути процессов и систем математические средства отражения их динамики или статики;
- анализировать и оценивать пригодность полученных математических моделей роста леса и лесохозяйственных процессов;

При этом у магистра должны быть сформированы следующие компетенции согласно образовательному стандарту:

- быть способным к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.);
- быть готовым генерировать и использовать новые идеи;
- иметь методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности;
- быть способным проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя ответственность, разрешать проблемные ситуации;
- быть способным формировать цели и задачи принятия решений;
- быть способным самостоятельно изучать новые методы проектирования, исследований;
- быть способным самостоятельно приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- уметь использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики;
- уметь использовать основные законы естествознания, фундаментальные общеинженерные знания в профессиональной деятельности;
- обладать способностью к получению новых знаний о лесных объектах, способностью проводить прикладные исследования в области лесного хозяйства;

ва;

– обладать способностью к изучению и анализу научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, быть готовым к использованию современных достижений науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах;

– обладать способностью разрабатывать программы и методики проведения исследований, выбирать методы экспериментальной работы, разрабатывать теоретические модели, позволяющие прогнозировать процессы и явления в лесном хозяйстве;

– обладать способностью интерпретировать и представлять результаты научных исследований в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, быть готовым составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.

**Общее количество и распределение времени,
отводимого на изучение дисциплины согласно учебному плану**

Учебным планом на изучение дисциплины **«Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов»** предусмотрено 54 часа, в том числе 24 аудиторных часа, из них лекций – 12 часов, лабораторных занятий – 12 часов.

2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение и общие положения

Цель изучения дисциплины. Задачи дисциплины, их практическое значение. Место моделирования роста древостоев и лесохозяйственных процессов в разработке политики управления лесным хозяйством. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами лесохозяйственного профиля. История развития дисциплины. Основные термины и определения.

Раздел 2. Системный подход к моделированию роста леса

Понятие системы. Системный подход как метод познания. Общая программа системного подхода, язык и метод исследования систем. Статистический и кибернетический подходы к описанию систем. Имитационные модели и особенности лесных экосистем. Система лесохозяйственной информации, ее структура и функционирование.

Раздел 3. Современное направление моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов

Математические методы, ЭВМ и определяющее качество исходных данных. Наблюдения, измерения, типы шкал и соответствующие им статистики. Особенности лесоводственной информации и три вида источников ее ошибок. Четыре типа информации, необходимой для целей лесопользования. Парадигма лесотаксационных исследований и ее изменение.

Модели роста и производительности насаждений, три принципа их построения. Объем, качество и доступность необходимой для построения моделей информации. Индуктивный (эмпирический) и дедуктивный подход к построению моделей.

Два требования к кривым для описания роста древостоев. Основные функции роста леса, их биологическая интерпретация, достоинства и недостатки. Обобщенные кривые хода роста и текущего прироста и следующие из них закономерности. Шесть требований к функциям роста. Дополнительное требование биофизической сущности функций роста. Принцип и система классификации функций роста леса по Кивисте. Разностные функции. «Законы роста» и «большие модели». Упрощающие приемы моделирования. Сплайн-функции. Универсальность и статистическая интерпретация функций роста и прироста.

Раздел 4. Регрессионные модели роста деревьев и древостоев

Множественные регрессионные модели роста деревьев и древостоев. Полюном Колмогорова – Габора, связь необходимого числа наблюдений и количества факторов регрессионной модели. Линейная, нелинейная и неаддитивная

часть регрессий, их роль и методика оценки. Внутренне линейные зависимости и способы линеаризации основных типов нелинейных моделей, ее последствия. Принципы отбора переменных регрессии. Статистический подход и его трудности в условиях пассивного биологического эксперимента.

Предпосылки классического регрессионного анализа, семь основных признаков его применимости при моделировании хода роста древостоев.

Раздел 5. Структурные модели роста и развития

Специфика структурных моделей. Разница в предпосылках использования структурных или регрессионных моделей. Логическая схема модели, диаграмма (граф) и матрица системы. Отражение переменных и связей системы. Эндогенные и экзогенные переменные, их связь с числом уравнений структурной модели. Простые, рекурсивные (рекуррентные) и одновременные модели.

Раздел 6. Биофизическая теория роста леса

Сущность биофизического (энергетического) подхода к моделированию ростовых процессов. Основная и вторая гипотеза Г.Ф. Хильми. Формула для математического описания динамики запаса насаждения. Уравнения динамики общей производительности древостоя И.А. Терскова и М.И. Терсковой. Способы оценки точности и надежности параметров биофизических моделей роста. Другие феноменологические подходы к характеристике лесных насаждений.

Раздел 7. Случайный процесс роста насаждений

Графическое представление случайного процесса роста древостоев. Понятие о временных рядах роста. Статистический анализ временных рядов роста древостоев. Спектральная, автоковариационная и автокорреляционная функция. Марковские модели роста древостоев. Моделирование роста насаждений с использованием системы дифференциальных уравнений.

Раздел 8. Имитационное моделирование роста леса

Три причины востребованности имитационных моделей. Совместные модели строения и роста древостоев, их назначение и недостатки. Совместные модели роста и производительности древостоев, желательные свойства таких моделей по А. Силливану и Д. Клуттеру.

Моделирование строения древостоев по диаметру. Основные типы распределений, их распространенность в природе и пригодность для описания различных категорий древостоев. Моделирование роста и производительности сосняков по классам бонитета, по типам леса и по почвенно-типологическим группам. Этапы разработки имитационной модели. Критерии эталонности насаждений. Производительность эталонных древостоев по типам леса.

3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ раздела	Название раздела, темы	Количество часов				Материальное обеспечение	Литература	Форма контроля
		Лекции	Лабораторные	Всего аудиторных	Самостоятельная работа			
1	Введение и общие положения	1	–	1	1	Комп. презентация, текст лекций	[1, 4, 6, 7]	Опрос 7–10 минут, зачет
2	Системный подход к моделированию роста леса	1	–	1	1	«	[1, 1д, 13д]	«
3	Современное направление моделирования роста леса и лесохозяйственных процессов	1	–	1	1	«	[1, 2д, 14д]	«
4	Регрессионные модели роста деревьев и древостоев	2	2	4	5	«	[1, 2, 9д]	«
5	Структурные модели роста и развития	1	2	3	2	«	[1]	«
6	Биофизическая теория роста леса	2	2	4	6	«	[1]	«
7	Случайный процесс роста насаждений	1	2	3	2	«	[1, 6]	«
8	Имитационное моделирование роста леса	3	4	7	12	«	[1, 7, 3–15д]	«
8.1	Моделирование динамики продуктивности и строения	2	2	4	6			
8.2	Модели ухода за древостоями и лесовосстановления	1	2	3	6			
	Итого	12	12	24	30	–	–	Зачет

4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Аппроксимация динамики таксационных показателей древостоев регрессионными уравнениями и (или) функциями роста.
2. Построение рекуррентных моделей динамики фитомассы древостоев.
3. Описание динамики древостоя в рамках биофизической теории роста леса.
4. Моделирование роста леса с использованием дифференциальных уравнений.
5. Разработка совместной модели динамики продуктивности и строения древостоя.
6. Имитационное моделирование рубок ухода в древостоях.

Литература основная

1. Атрощенко О.А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов: Монография / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2004. – с. 249.
2. Багинский, В.Ф. Лесопользование в Беларуси: История, современное состояние, проблемы и перспективы / В.Ф. Багинский, Л.Д. Есимчик – Мн.: Беларуская навука, 1996. – 367 с.
3. Загреев, В.В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев / В.В. Загреев. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 240 с.
4. Изучение и моделирование хода роста древостоев (на примере ельников Пермской области): методич. рек. / Гослесхоз СССР, ЛенНИИЛХ, Пермская ЛОС; сост. Г.С. Разин, отв. ред. А.Г. Мошкалева. – Ленинград, 1977. – 43 с.
5. Козловский, В.Б. Ход роста основных лесобразующих пород СССР: справочник / В.Б. Козловский, В.М. Павлов. – М.: Лесная пром-сть, 1967. – 328 с.
6. Кузьмичев, В.В. Закономерности роста древостоев / В.В. Кузьмичев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.
7. Свалов, Н.Н. Моделирование производительности древостоев и теории лесопользования / Н.Н. Свалов. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 216 с.

Литература дополнительная

1. Антанайтис, В.В. Современное направление лесоустройства / В.В. Антанайтис – М., Лесная пром-сть, 1977. – 280 с.
2. Атрощенко О.А. Лесная таксация: учебное пособие / О.А. Атрощенко. – Минск: БГТУ, 2009. – с. 466.
3. Атрощенко О.А. Система моделирования и прогноза роста древостоев (на примере БССР). Диссертация на соискание ученой степени доктора с.

х. наук. – Киев, 1986. – С. 519.

4. Багинский, В.Ф. Повышение продуктивности лесов / В.Ф. Багинский. – Минск: Ураджай, 1984. – 135 с.

5. Богачев, А.В. Обоснование эталонов полноты сосновых, еловых и лиственничных насаждений / А.В. Богачев // Лесное хозяйство. – 1985. – № 4. – С. 47–49.

6. Бутенас, Ю.П. Использование статистических методов при составлении таблиц хода роста елово-лиственных древостоев по типам леса / Ю.П. Бутенас // Лесоведение. – 1971. – № 5. – С.18–25.

7. Гаврилов, А.П. Ход роста сосновых насаждений по типам леса в Правобережье Ульяновской области / А.П. Гаврилов // Лесное хозяйство. – 1953. – № 1. – С. 29–33.

8. Давидов, М. В. Типы роста и бонитирование насаждений (лекция) / М.В. Давидов. – Киев, УСХА, 1987. – 40 с.

9. Кивисте, А.К. Функции роста леса: учеб.-справ. пособие / А.К. Кивисте. – Тарту: Эстонская с.-х. академия, 1988. – 108 с.

10. Кравченко, Г.Л. Необходимое число наблюдений и пробных площадей при моделировании роста древостоев / Г.Л. Кравченко // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск: КПИ; СибТИ. – 1988. – С. 16–19.

11. Минкевич, С.И. Разработка лесотаксационных моделей и нормативов по материалам выборочной инвентаризации лесов математико-статистическим методом: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / С.И. Минкевич. – Минск, 2003. – 218 с.

12. Моисеев, В.С. Методика составления таблиц хода роста и динамики товарной структуры модальных насаждений / В.С. Моисеев, А.Г. Мошкалев, И.А. Нахабцев // МВССО РСФСР, ЛОЛЛТА им С.М. Кирова. – Л., 1968. – 88 с.

13. Никитин, К.Е. Методы и техника обработки лесохозяйственной информации / К.Е. Никитин, А.З. Швиденко. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 272 с.

14. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справочник / В.В. Загреев [и др.]: утв. приказом Госкомлеса СССР №38 от 28.02.1989 г. – М.: Колос, 1992. – 495 с.

15. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) [Электронный ресурс] / Федеральное агентство лесного хозяйства, Международный институт прикладного системного анализа; под рук. А.З. Швиденко. – 2-е изд., доп. – Москва, 2008. – 886 с.

Рекомендуемый диагностический инструментарий

Диагностика знаний и компетенций студентов выполняется путем проведения устного опроса, оценки знаний по тестам на ЭВМ на практических

занятиях, во время зачета. При этом используется нижеследующий перечень контрольных вопросов.

Перечень контрольных вопросов

1 Цель изучения дисциплины. Задачи дисциплины, их практическое значение. Место моделирования роста древостоев и лесохозяйственных процессов в разработке политики управления лесным хозяйством.

2 История развития дисциплины. Основные термины и определения.

3 Программа системного подхода, язык и метод исследования систем. Статистический и кибернетический подходы к описанию систем.

4 Имитационные модели и особенности лесных экосистем.

5 Система лесохозяйственной информации, ее структура и функционирование.

6 Математические методы, ЭВМ и определяющее качество исходных данных.

7 Наблюдения, измерения, типы шкал и соответствующие им статистики.

8 Особенности лесоводственной информации и три вида источников ее ошибок.

9 Четыре типа информации, необходимой для целей лесоправления.

10 Парадигма лесотаксационных исследований и ее изменение.

11 Модели роста и производительности насаждений, три принципа их построения.

12 Объем, качество и доступность необходимой для построения моделей информации.

13 Индуктивный (эмпирический) и дедуктивный подход к построению моделей.

14 Два требования к кривым для описания роста древостоев. Основные функции роста леса, их биологическая интерпретация, достоинства и недостатки.

15 Обобщенные кривые хода роста и текущего прироста и следующие из них закономерности.

16 Шесть требований к функциям роста.

17 Дополнительное требование биофизической сущности функций роста.

18 Принцип и система классификации функций роста леса по Кивисте.

19 Разностные функции. «Законы роста» и «большие модели».

20 Упрощающие приемы моделирования. Сплайн-функции.

21 Универсальность и статистическая интерпретация функций роста и прироста.

22 Полином Колмогорова–Габора, связь необходимого числа наблюдений и количества факторов регрессионной модели.

23 Линейная, нелинейная и неаддитивная часть регрессий, их роль и методика оценки.

24 Внутренне линейные зависимости и способы линеаризации основных типов нелинейных моделей, ее последствия.

25 Принципы отбора переменных регрессии. Статистический подход и его трудности в условиях пассивного биологического эксперимента.

26 Предпосылки классического регрессионного анализа, семь основных признаков его применимости при моделировании хода роста древостоев.

27 Специфика структурных моделей. Разница в предпосылках использования структурных или регрессионных моделей.

28 Логическая схема модели, диаграмма (граф) и матрица системы.

29 Отражение переменных и связей системы. Эндогенные и экзогенные переменные, их связь с числом уравнений структурной модели.

30 Простые, рекурсивные (рекуррентные) и одновременные модели.

31 Сущность биофизического (энергетического) подхода к моделированию ростовых процессов. Основная и вторая гипотеза Г.Ф. Хильми.

32 Формула для математического описания динамики запаса насаждения.

33 Уравнения динамики общей производительности древостоя И.А. Терскова и М.И. Терсковой.

34 Способы оценки точности и надежности параметров биофизических моделей роста.

35 Другие феноменологические подходы к характеристике лесных насаждений.

36 Графическое представление случайного процесса роста древостоев.

37 Понятие о временных рядах роста. Статистический анализ временных рядов роста древостоев.

38 Спектральная, автоковариационная и автокорреляционная функция.

39 Марковские модели роста древостоев. Моделирование роста насаждений с использованием системы дифференциальных уравнений.

40 Три причины востребованности имитационных моделей.

41 Совместные модели строения и роста древостоев, их назначение и недостатки.

42 Совместные модели роста и производительности древостоев, желательные свойства таких моделей по А. Силливану и Д. Клуттеру.

43 Моделирование строения древостоев по диаметру. Основные типы распределений, их распространенность в природе и пригодность для описания различных категорий древостоев.

44 Этапы разработки имитационной модели. Критерии эталонности насаждений.

Рекомендации по организации самостоятельной работы магистрантов

В качестве основной формы контроля самостоятельной работы применяется написание отдельного реферата по каждому разделу дисциплины согласно учебно-методической карте.

При этом следует особое внимание поиску новейшей информации по

тематике соответствующего раздела, максимально увязывая ее с профилем магистерской диссертации.

Ссылки на источники информации в рефератах следует оформлять в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь, указывая после порядкового номера источника номера соответствующих страниц.