

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский Государственный Университет
Механико-математический факультет
Кафедра дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

РЕГ № _____

От «___» _____ 200__ г.

Базовая учебная программа дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Для студентов специальностей 1-31 03 01

Минск, 200__

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНА Белорусским государственным университетом

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Голубева Л.Л., доцент кафедры дифференциальных уравнений БГУ

Григорьев А.А., ассистент кафедры дифференциальных уравнений БГУ

Малевич А.Э., доцент кафедры дифференциальных уравнений БГУ

Перез Чернов А.Х., ассистент кафедры численных методов и программирования БГУ.

ОДОБРЕНА на заседании кафедры дифференциальных уравнений БГУ
протокол № от г.

ОДОБРЕНА на заседании Ученого совета механико-математического факультета
протокол № от г.

ОДОБРЕНА Научно-методическим советом Белорусского государственного
университета (Протокол от _____ № _____)

2. УТВЕРЖДЕНА И ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ приказом Ректора Белорусского
государственного университета от _____ № _____ с _____ 200__ г.

3. ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Как в народном хозяйстве, так и в научных исследованиях на протяжении последних пятидесяти лет прослеживается яркая тенденция замены качественного анализа количественным. Правильно проведенный анализ и удачно построенная математическая модель приносят значимые преимущества экономического, конкурентного и политического характера в сравнении с привычными умозрительными рассуждениями.

В данном учебном направлении объединены рассмотрение теоретических основ математического моделирования и разбор важных прикладных задач сферы информационных технологий.

Данная программа предназначена для студентов математических специальностей высших учебных заведений.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплин цикла «математическое моделирование и его приложения» является формирование у студентов стремления к применению научной методологии и количественно анализа в максимально широком круге прикладных задач, а также формирование базовых навыков и умений для этого.

Преподавание дисциплины *решает следующие задачи*:

1. Сформировать взгляд на математическое моделирование как на систематическую научно-практическую деятельность, носящую как теоретический, так и прикладной характер.
2. Сообщить студентам шаблоны математического моделирования, которые, ввиду высокого уровня абстракции, имеют максимально широкий диапазон применения.
3. Сформировать базовые навыки применения математического моделирования в экологических, медицинских, экономических задачах и задачах социальной сферы; научить применять соответствующее программное обеспечение.
4. Сообщить студентам фундаментальные принципы хранения и управления информацией в Интернет.
5. Обучить применять имеющиеся и разрабатывать новые веб-сервисы и использовать XML-технологии.
6. Сформировать у студентов понимание принципов построения информационных систем с помощью СОМ-технологии;
7. Сформировать у студентов понимание принципов построения сложных систем, совершенствовать знания по методологии описания, визуализации и документирования объектно-ориентированных систем и бизнес-процессов с помощью языка UML.
8. Сообщить студентам общие правила построения искусственных нейронных сетей, и правила работы с ними, а также дать представление о функционировании систем искусственного интеллекта.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1. Знать:

- методы математического моделирования сложных процессов;
- особенности и границы применения математических методов;
- математические основы ранения данных и управления информационными потоками;
- принципы компонентного построения информационных систем;
- методологию описания, визуализации и документирования объектно-ориентированных систем и бизнес-процессов с ориентацией на их последующую реализацию в виде программного обеспечения;
- методы построения и обучения искусственных нейронных сетей.

2. Уметь:

- проводить анализ и планирование в условиях практических задач;
- строить непрерывные и дискретные математические модели, модели с элементами стохастики, а также анализировать их, и применять алгоритмы искусственного интеллекта;
- создавать схемы XML-документов, использовать и разрабатывать веб-сервисы, применять соответствующее программное обеспечение;
- оформлять готовые программные модули в виде COM-компонент,
- строить модели сложных систем и описывать их на языке UML с применением современных CASE-средств визуального моделирования;
- строить и обучать одно- и многослойные нейронные сети.

3. Иметь представление:

- о наиболее современных тенденциях развития анализа и моделирования;
- о принципах устройства и функционирования крупнейших Интернет-проектов;
- о возможностях и границах применимости систем искусственного интеллекта;
- о современных технических и программных средствах.

Тематический план курса дисциплины специализации "Математическое моделирование и его приложения"

№ раздела	№ темы	Наименование раздела, темы	Объём в часах	
			ЛК	ЛБ
		I часть. Математическое моделирование и сложные процессы		
1	1	Введение и классификация моделей по уровню изученности предметной области	2	2
1	2	Источники получения математических моделей	3	3
1	3	Колебательные явления	4	4
1	4	Многомерные математические модели	4	4
1	5	Прямая и сопряженная задачи	4	3
1	6	Математические модели с запаздыванием	3	4
1	7	Дискретные математические модели	4	4
1	8	Моделирование сложных процессов	4	4
		Всего	28	28
		II часть. XML-технологии и Веб-сервисы *		
2	1	Основы XML	6	6
2	2	Преобразование XML документов	6	4
2	3	Схемы	4	2
2	4	Применение XML-технологий в Интернет.	4	8
2	5	Разработка REST сервисов.	6	6
2	6	Разработка сервисов высокой доступности.	5	4
2	7	J2EE проекты для организации сервисов высокой доступности	6	7
		Всего	37	37
		III часть. COM- и UML-технологии**		
3	1	Введение в COM - технологию. Понятие интерфейсов	2	4
3	2	Интерфейс IUnknown. Подсчет ссылок.	2	4
3	3	Регистрация компонентов в Реестре Windows.	2	8
3	4	Фабрика класса.	2	2
3	5	Повторное применение компонентов.	2	2
3	6	Современные технологии ООАП информационных систем.	2	3
3	7	Основные элементы в языке UML.	2	3
3	8	Диаграммы вариантов использования.	2	4
3	9	Спецификация требований и рекомендации по написанию эффективных вариантов использования	2	4
3	10	Диаграммы классов	2	4
3	11	Отношения и их графическое изображение на диаграмме классов	2	4
3	12	Диаграммы кооперации	2	4
3	13	Диаграммы последовательности	2	4
3	14	Диаграммы состояний	1	2
3	15	Моделирование параллельного поведения с помощью диаграмм состояний	1	2
		Всего	17	34
		IV часть. Искусственные нейронные сети		
4	1	Исторический обзор и обзор литературных источников	2	
4	2	Математическая модель нейрона	2	
4	3	Многослойный персептрон	2	
4	4	RBF-сеть	4	
4	5	Сеть встречного распространения	4	

4	6	Алгоритм обратного распространения ошибок	3	
		Всего	17	0
		Всего аудиторных часов	99	99
		ИТОГО	198	

*Часть 2 «XML-технологии и Веб-сервисы» может быть разбита на две подчасти:

- «Часть 2а: Разработка Интернет-сервисов», включающую темы 2.1-2.4;
- «Часть 2б: XML-технологии», включающую темы 2.5-2.7.

**Часть 3 «COM- и UML-технологии» может преподаваться в двух вариантах:

- «3а: COM- и UML-технологии», включающем темы 3.1-3.6, 3.8, 3.10-3.11;
- «3б: Визуальное моделирование сложных систем с применением UML», включающем темы 3.6-3.15.

Тематическое содержание курса "

Математическое моделирование и его приложения "

I часть. Математическое моделирование и сложные процессы

1. Введение, описание понятия математического моделирования, классификация математических моделей по степени изученности предметной области. Задача о движении очереди.
2. Классификация источников получения математических моделей. Фундаментальные законы природы. (*Пуля и подвес, Сверление лазером, Радиоактивный распад, Одноступенчатая ракета*) Вариационные принципы. (*Движение с касанием линии. Закон преломления света.*) Применение аналогий в моделировании. (Модель Мальтуса.) Иерархический подход к построению моделей. (Многоступенчатая ракета.) О нелинейных моделях. (Логистическая модель популяций.) Метод молекулярной динамики. (Численная симуляция.)
3. Колебательные явления и уравнение колебаний. Классификация предположений, приводящих к уравнению колебаний, как математической модели. Колебания колец Сатурна (Закон всемирного тяготения). Груз на пружине (ЗСЭ, трение). Колебательный контур (Закон Кулона, внешние силы). Хищник-Жертва Вольтерры (принцип аналогий). Модель химической реакции Лотки (принцип аналогий). Зарплата и занятость (сложные процессы). Математический маятник (вариационный принцип Гамильтона). Сложение колебаний (иерархическое усложнение моделей). Нелинейные варианты уравнения колебаний, как следствие смягчения предположений.
4. Многомерные математические модели. Уравнение переноса. Уравнение неразрывности. Уравнение Буссинеска и иерархия его упрощений/усложнений. Уравнение Кортевега - Де Фриза.
5. Понятие прямой и сопряженной задачи в математическом моделировании. Задача распространения загрязнений в атмосфере. Уравнение турбулентной диффузии. Сопряженная задача для уравнения турбулентной диффузии. Оптимизация размещения источников загрязнения и оптимизация объемов выбросов в условиях жесткой квотной политики.
6. Математические модели с запаздыванием. Причины использования. Иерархическое получение. Логистическая модель в условиях запаздывания. Линейный анализ поведения около положения равновесия. Задача о восстановлении количества кровяных клеток. Задача о аритмии дыхания Шейна-Стокса.
7. Дискретные математические модели, выражаемые разностными уравнениями. Причины использования. Аналитическое и численное решение в регулярном случае, причины рассмотрения особых точек. Дискретные аналоги логистической модели динамики уединенной популяции. Колебательные и хаотические решения. Аналитическое кодирование. Модель популяции китов МКК. Оптимизация прибыльности в рыбном бизнесе.
8. Стратегия составления предположений при моделировании сложных процессов. Модели динамики распространения эпидемий. Клеточные автоматы. Модель динамики отношений. Метод молекулярной динамики для моделирования процесса самосборки белковых молекул.

II часть. XML-технологии и Веб-сервисы

1. Обзор XML технологий. Введение в расширяемый язык разметки. Обзор технологий, связанных с преобразованием, валидацией, хранением, взаимодействием с языками программирования и XML документами. Основные концепции проектирования XML. Основные уровни и проблемы при обмене информацией. Классификация информационных систем. Принципы дизайна XML документов. Основные концепции RDF. Способы сериализации RDF документов: N-триплы, XML сериализация. RDF Схемы (RDFS). Обзор основных элементов HTML разметки. Обзор основных концепций (паттернов проектирование) микроформатов. Основные микроформаты. Обзор hCard и hCalendar. Плагин Operator. HMDP. Взаимодействие CSS и микроформатов. Сравнение технологий eRDF, RDFa и microformats. Создание eRDF документов. Трансляции: XML -> XML (namespaces) -> RDF(N-triples) -> RDF (XML) -> eRDF. Примеры языков разметки.
2. Преобразование XML документов. Основные концепции XPATH: типы данных, оси, предикаты. Примеры XPATH запросов. Некоторые возможности технологии XPATH 2.0. Функциональное программирование. Основные элементы XSLT. Отличия XSLT 1.0 и XSLT 2.0. STX.
3. Схемы. Основные элементы DTD и XSchema. Основные подходы к проектированию XSchema. RelaxNG. Сравнение XSchema и RelaxNG. Schematron.
4. Применение XML-технологий в Интернет. Современные инструменты и технологии для оптимизации обработки XML документов. Специализированные подходы к работе с XML документами в JAVA. Обзор сервисно-ориентированной и ресурсно-ориентированной архитектур. Разработка REST сервисов с использованием J2EE и Restlet. Модель RDF. RDFS. Микроформаты. HMDP. eRDF / RDFa. OWL.
5. Разработка REST сервисов. Основные концепции SOA и ROA. Способы организации доступа к сервису (RPC, RPC-Hybrid, REST). Протоколы коммуникации (BEEP, HTTP, WEBDAV). Основные принципы проектирования REST сервисов. Основные классы, концепции и примеры построения REST сервисов с использованием J2EE и RESTLET. Разработка клиентских приложений на javascript (AJAX, АНАН). Специальные серверные компоненты jMaki, COMET.
6. Разработка сервисов высокой доступности. Обзор известных проектов высокой доступности: Flickr, Twitter, Linkedin, Livejournal, Wikipedia. Типовые модули систем. Многоуровневое кэширование. Асинхронные неблокирующие веб-серверы. Glassfish Grizzly. Кластеризация хранилищ данных. HDFS..
7. Некоторые J2EE проекты для организации сервисов высокой доступности. Glassfish: Grizzly. Фаселеты. Cocoon, SiteMesh, Wicket . Средства тестирования, разработки и диплоинга веб-приложений. HK2. MAVEN. Средства мониторинга. Поточковые преобразования. Написание STX преобразований с использованием библиотеки JOOST. Диплоинг веб-приложений на EC2/S3

III часть. COM- и UML-технологии

1. Введение в COM – технологию. Что такое COM. Операционная система и язык программирования для COM. Компоненты. Требования и ограничения при работе с компонентами. Понятие «клиент-сервер». Типы взаимосвязей между ними. История развития COM. Понятие интерфейсов. Что такое интерфейс COM. Повторное использование архитектур приложений. Реализация интерфейса COM. Наследование интерфейса, но не наследование реализации. Интерфейсы и полиморфизм. Конфликт имен. Таблицы виртуальных функций. Указатели *vtbl*.
2. Интерфейс *IUnknown*. Метод *QueryInterface*. Интерфейс *IUnknown*. Функция *QueryInterface*. Правила и соглашения функции *QueryInterface*. Когда нужно создавать новую версию интерфейса. Управление временем жизни компонента. Подсчет ссылок. Управление временем жизни компонента. Подсчет ссылок: функции *AddRef* и *Release*. Когда подсчитывать ссылки. Правила подсчета ссылок. Подсчет ссылок на отдельные интерфейсы
3. Динамическая компоновка и компоненты. Динамическая компоновка: DLL. Экспорт функций из DLL. Загрузка DLL и вызов экспортируемых функций. Почему можно использовать DLL для реализации компонента. Сервер в процессе. Идентификация интерфейсов и компонентов. Возвращаемый результат: *HRESULT*. Глобальный уникальный идентификатор GUID. Реестр Windows, его организация. Регистрация компонентов в Реестре Windows. Реестр Windows, его организация. COM и Реестр: необходимый минимум. Саморегистрация компонентов в Реестре. Программный идентификатор *PROGID*. Функции для работы с *PROGID*. Категории компонентов. Библиотека COM. Функции для инициализации библиотеки COM.
4. Фабрика класса. Активизация COM-объектов. Функция *CoCreateInstance* для создания компонента. Что такое фабрика класса. Реализация фабрики класса. Интерфейс *IClassFactory*. Несколько компонентов в одной DLL. Реализация DLL. Использование *DllCanUnloadNow* для выгрузки компонента. Блокировка сервера в памяти функцией *LockServer*.
5. Повторное применение компонентов. Повторное применение компонентов. Наследование реализации и наследование интерфейсов. Включение и агрегирование. Реализация включения. Реализация агрегирования. Делегирующий и недеlegeирующий интерфейсы.
6. Современные технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования информационных систем. Концепции ООАП. Эволюция и краткая характеристика основных подходов к разработке информационных моделей бизнес-систем и бизнес-процессов. Особенности проектирования, анализа и формализации корпоративных систем. Основные этапы развития языка UML и принятые стандарты. Понятие графической нотации и специфика ее использования в процессе создания масштабируемых программных систем.
7. Основные элементы языка UML. Общая характеристика моделей ООАП. Пакеты в языке UML, их графическое изображение. Базовые семантические конструкции языка, их описание с помощью специальных обозначений. Канонические диаграммы языка UML и особенности их графического представления.
8. Диаграммы вариантов использования как концептуальное представление бизнес-системы в процессе ее разработки. Особенности графического изображения вариантов использования и актеров. Основные отношения между графическими элементами, их стереотипы. Понятия бизнес-актера, сотрудника и бизнес варианта использования. Особенности концептуального моделирования бизнес-систем в форме диаграмм вариантов использования.

9. Спецификация требований и рекомендации по написанию эффективных вариантов использования. Классификация требований, их спецификация в форме диаграмм вариантов использования. Сценарии вариантов использования, их графическая интерпретация. Применение шаблонов сценариев при разработке диаграмм вариантов использования.
10. Диаграммы классов. Графическое изображение класса, его атрибутов и операций. Конкретные и абстрактные классы. Видимость и кратность атрибутов и операций. Расширение языка UML для построения моделей программного обеспечения и бизнес-систем. Интерфейсы и варианты их графического обозначения.
11. Отношения и их графическое изображение на диаграмме классов. Отношение ассоциации, варианты его графического изображения. Отношение обобщения классов. Наследование атрибутов и операций классов. Отношения агрегации и композиции, их семантические особенности.
12. Диаграммы кооперации. Объекты, их имена и графическое изображение. Активные и пассивные объекты, их графическое изображение. Мультиобъекты и составные объекты. Графическое изображение связей, посылаемых и принимаемых сообщений между объектами. Формат и синтаксис записи сообщений. Стереотипы сообщений.
13. Диаграммы последовательности. Объекты, их графическое представление. Линия жизни и фокус управления. Особенности изображения моментов создания и уничтожения объектов. Ветвление и условия их выполнения.
14. Диаграммы состояний. Понятие конечного автомата и логика изменения его состояний. Описание реакции объекта на асинхронные внешние события в форме диаграммы состояния. Внутренние действия состояния и деятельность. Триггерные и нетриггерные переходы. События и их спецификация на диаграммах состояний.
15. Моделирование параллельного поведения с помощью диаграмм состояний. Составное состояние и подсостояние. Сложные переходы и псевдосостояния. Исторические состояния. Синхронизация параллельных подсостояний.

IV часть. Искусственные нейронные сети

1. Исторический обзор и обзор литературных источников. Что такое нейронная сеть. Искусственная нейронная сеть и человеческий мозг. Задачи, решаемые искусственной нейронной сетью. Архитектура ИНС. Представление знаний и искусственный интеллект. Литература, связь с математическими пакетами.
2. Математическая модель нейрона. Математическая модель нейрона. Синаптические веса. Типы функций активации. Однослойный персептрон. Линейная отделимость
3. Многослойный персептрон. Многослойный персептрон. Слои персептрона. Задача классификации. Обучение с учителем и без учителя. Эпоха обучения. Скорость обучения. Проблема выбора начальных значений весов.
4. RBF-сеть. Сети на основе радиальных базисных функций (RBF). Архитектура RBF-сети. Задачи, решаемые RBF-сетью. Функции активации. RBF-сети. Алгоритмы обучения RBF-сети
5. Сеть встречного распространения. Сети встречного распространения. Задачи, решаемые с помощью СВР. Устройство, функционирование и обучение слоя Кохонена. Устройство, функционирование и обучение слоя Гроссберга.
6. Алгоритм обратного распространения ошибок. Дельта-принцип обучения однослойного персептрона. Обучение многослойного персептрона методом обратного распространения

КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Рекомендуется проведение не менее двух контрольных работ либо коллоквиума в течение каждого семестра.

ЛИТЕРАТУРА

по курсу " Математическое моделирование и его приложения "

№	Основная	Год издания
1.	Самарский А.А. Михайлов А.П. <i>Математическое моделирование.</i>	2002
2.	Петросян Л.А. Захаров В.В. <i>Математические модели в экологии.</i>	1997
3.	Murray J.D. <i>Mathematical Biology.</i>	2004
4.	Theodore W. Leung. <i>Professional XML Development with Apache Tools: Xerces, Xalan, FOP, Cocoon, Axis, Xindice.</i> Wrox Press.	2004
5.	L. Richardson, S. Ruby. <i>Restful Web Services.</i> Oreilly	2007
6.	А. Валиков. <i>Технология XSLT.</i> BHV.	2004
7.	Дейл Роджерсон, <i>Основы COM</i> , М.: Издательский отдел «Русская редакция» ТОО «Channel Trading Ltd.»	1997
8.	Э. Трельсен <i>Модель COM и применение ATL 3.0.</i> СПб.: БХВ-Петербург	2001
9.	Боггс У., Боггс М. <i>UML и Rational Rose</i> , М.: «ЛОРИ»	2000
10.	Г.Буч, Дж.Рамбо, А.Джекобсон. <i>Язык UML. Руководство пользователя:</i> Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс. (Серия «Для программистов»)	2000
11.	Т.Кватрани. <i>Rational Rose и UML. Визуальное моделирование:</i> Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс. (Серия «Объектно-ориентированные технологии в программировании»)	2001
12.	Леоненков А.В. <i>Самоучитель UML. 2-е издание</i> , СПб.: БХВ-Петербург	2004
13.	Хайкин С. <i>Нейронные сети: полный курс, 2-е издание</i> – М.: Изд.дом «Вильямс»	2006
14.	Уоссермен Ф. <i>Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика</i>	1992
15.	Вороновский Г.К. и др. <i>Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности.</i> – Х.: Основа	1997
	Дополнительная	
1.	Амелькин Садовский <i>Математические модели и дифференциальные уравнения.</i>	1982
2.	Robert j. Glushko and TIM McGrath “ <i>Document Engineering</i> ”, Mit Press, London	2005
3.	C. Neilmann, M.N. Frankis. <i>Web Development Solutions.</i> Apress	2007
4.	Роберт Дж. Оберг <i>Технология COM+. Основы и программирование.</i> М.: Издательский дом «Вильямс»	2000
5.	Фаулер М., Скотт К. <i>UML. Основы</i> СПб.: «Символ-Плюс»	2002
6.	Боггс У., Боггс М. <i>UML и Rational Rose</i> , М.: «ЛОРИ»	2000
7.	Яхьяева Г.Э. <i>Нечеткие множества и нейронные сети: Учебное пособие.</i> , М.: Бином	2006

Методическая литература для проведения лабораторных работ может быть представлена в электронном виде.