

**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ГОУВПО «АмГУ»)**

Факультет математики и информатики

А.П.Павлюк

**ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»
*Учебно-методический
комплекс дисциплины***

Благовещенск

2007

*Печатается по решению
редакционно-издательского
совета
факультета математики и
информатики
Амурского государственного
университета*

Павлюк А.П.

Введение в специальность «прикладная математика и информатика». Учебно-методический комплекс дисциплины. Благовещенск: Амурский гос. ун-т., 2007.

Учебно – методический комплекс дисциплины разработан для студентов 1 курса АмГУ специальности 010501 – прикладная математика и информатика и преподавателей .

© Амурский государственный университет, 2007

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **"Введение в специальность"**

для специальности 010501—"Прикладная математика и информатика"

Курс 1

Семестр 1

Лекции 18 час.

Экзамен (нет)

Практические (семинарские) занятия (нет) Зачет 1 семестр

Лабораторные занятия (нет)

Самостоятельная работа 18 час.

Всего 36 часов

Составитель Т.Г. Решетнева, доцент

Факультет математики и информатики

Кафедра математического анализа и моделирования

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 010501—"Прикладная математика"

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Цель преподавания дисциплины.

Основной целью данного курса является ознакомление студентов с приобретаемой специальностью "Прикладная математика", с изучаемыми дисциплинами в период обучения, а также целями и задачами, которые должен решать выпускник кафедры ПмиИ. Знакомство с факультетом, библиотекой АмГУ.

2.Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студенты должны иметь представление:

- о месте математики в системе современных знаний;
- о роли ЭВМ в математических исследованиях;
- о целях и задачах математического моделирования, основных принципах построения математических моделей;
- современных численных методов решения математических задач;
- о прикладных исследованиях в математике;
- о современных методах и средствах программирования;
- о существующих прикладных пакетах программ. Ориентированных на решение математических задач.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Наименования тем, их содержание, объем в лекционных часах (18 час.)

1.1. Специальность "Прикладная математика" – 2 часа.

Математика и научно-технический прогресс. Место математики в системе современных знаний. Прикладные исследования в математике. Знакомство с факультетом МиИ, с кафедрой ПМиИ, библиотекой АмГУ.

1.2. Роль ЭВМ в математических исследованиях – 2 часа.

Назначение и использование ЭВМ в различных областях человеческой деятельности. ЭВМ как универсальное устройство обработки информации. Использование ЭВМ в учебном процессе. Математическое обеспечение ЭВМ. Современные методы и средства программирования.

1.3. Прикладные исследования в математике – 2 часа.

Цели и задачи, решаемые прикладной математикой. Многообразие исследований, связанных с приложениями математических методов. Методы решения математических задач, их многообразие.

1.4. Численные методы решения математических задач:

Численные методы в решении прикладных задач. Решение уравнений и систем уравнений – 2 часа.

Численное интегрирование, численное дифференцирование. Методы оптимизации – 2 часа.

Реализация численных методов на ЭВМ. Этапы и методы разработки программ – 2 часа.

1.5. Математическое моделирование:

Математические модели в науке и практике. Цели и задачи математического моделирования – 2 часа.

Этапы построения математических моделей. Примеры построения моделей – 2 часа.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

18 часов.

По данному курсу предполагается написание реферативных работ.

Темы рефератов

1. Математика и научно-технический процесс.
2. Место математики в системе современных знаний.
3. Математические модели в науке и практике.
4. Прикладные исследования в математике.
5. Роль ЭВМ в математических исследованиях.
6. Математическое обеспечение ЭВМ.
7. Задачи и методы оптимизации в математических исследованиях.
8. Математика и научное познание.
9. Применение математических методов и ЭВМ в различных областях человеческой деятельности.
10. Пакеты прикладных программ, ориентированные на решение математических задач.
11. Современные проблемы математики и информатики.
12. Методы решения интеллектуальных задач.
13. Роль прикладной математики в инженерных, естественнонаучных и гуманитарных исследованиях.
14. Численные методы в решении прикладных задач.
15. Решение задач моделирования на ЭВМ.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Место математики в системе современных знаний.
2. Прикладные исследования в математике.
3. Роль ЭВМ в математических исследованиях. ЭВМ как универсальное устройство обработки информации.
4. Программное обеспечение ЭВМ. Системное и прикладное программное обеспечение.
5. Математическое обеспечение ЭВМ.
6. Современные методы и средства программирования.
7. Методы решения математических задач, их многообразие.

8. Численные методы решения математических задач.
9. Численные методы решения уравнений и систем уравнений.
10. Численное интегрирование, численное дифференцирование.
11. Методы оптимизации.
12. Реализация численных методов на ЭВМ.
13. Этапы и методы разработки программ.
14. Математическое моделирование, его цели и задачи.
15. Этапы построения математических моделей. Примеры.
16. Решение задач моделирования с помощью ЭВМ.

Требования к знаниям студентов, предъявляемые на зачете

Необходимым условием допуска на зачет является сдача всех реферативных работ.. Зачет сдается в конце семестра. Форма зачета – устная. Студент должен дать развернутые ответы на вопросы, предложенные в билете. При выполнении указанных требований ставится «зачтено».

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература

1. Дрогобыцкий И.Н. Экономико-математическое моделирование. Учебник: Рек. УМО вузов. - М.: Экзамен, 2004. -799 с.
2. Дьяконов В. MATLAB.-СПб.: Питер, 2001.-553 с.
3. Еремин Е.Л. Лабораторно-курсовой практикум по ТОАУ с применением Matlab for Windows: учеб. пособие:- Благовещенск: изд. АмГУ, 1998.-114 с.
4. Зарубин В.С. Математическое и компьютерное моделирование в технике. -М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2001, -496 с.
5. Калиев И.А. Задачи к курсу "Основы математического моделирования": метод. разработки. - Новосибирск: изд. НГУ, 1997.-20 с.

6. Лебедев В.В. Математическое и компьютерное моделирование экономики: учеб. пособие.- М.: НВТ-Дизайн, 2002.-256 с.
7. Марчук Г.И. Математическое моделирование.- М.: Наука, 1982.
8. Турчак Л.И. Основы численных методов: учеб. пособие. -М.: Наука, 1987.-320 с.
9. Шафрин Ю. Основы компьютерной технологии.- АБФ, 1996.-550 с.

Дополнительная литература

1. Петров А.В. и др. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах. –М.: Высшая школа, 1990.-478 с.
2. Фигурнов В. IBM PC для пользователя. – С.Петербург, 1997.
3. Экономика, разработка и использование программного обеспечения ЭВМ / Под ред. Благодатского В.А., Ковалевской Е.В.- М.: Финансы и статистика, 1995.

Материалы Internet

<http://www.mipt.ru/study.esp> - раздел Учеба на официальном сайте МФТИ.

<http://www.study.com.ru> - локальный учебный ресурс МФТИ. Содержит немало материалов, полезных для учебы и не только. Особенно в период сессии.

<http://lib.mipt.ru> - интернет-портал "Электронная библиотека Физтеха" (только для Campus-Net)

[\\194.85.83.97\Study\Matan](http://194.85.83.97/Study/Matan) (только для Campus-Net) - локальный ресурс. Содержит много редких книг по математическому анализу

<http://botan.mipt.ru/index.php> - сайт физтеха, содержащий некоторые материалы для подготовки к экзаменам

<http://www.computerbooks.ru/books> - это электронные книги: 3D графика; Графические программы; Работа в интернет; Офисные пакеты; Математические; Инженерные; Операционные системы

<http://lab.lpicn.org/pub/books/> - объемный архив эл. книг, в основном по программированию

<http://www.intuit.ru/> - интернет университет ИТ

<http://n-t.ru/> - электронная библиотека Наука и техника

<http://math.ras.ru/journals/> - пять математических журналов ОМ РАН (студентам)

[http://mipt.ru/study/net libr.html](http://mipt.ru/study/net_libr.html) - электронные библиотеки МФТИ

<http://allmath.ru/> - это математический портал, на котором вы найдете любой материал по математическим дисциплинам

<http://www.cadfem.ru/phpBB2/viewforum.php?f=16> - Научная и техническая литература в интернете

<http://www.cadfem.ru/phpBB2/viewforum.php?f=17> - Научные статьи по направлениям

<http://lib.mexmat.ru/> - Электронная библиотека MexMata МГУ им. М.В.Ломоносова

<http://publ.lib.ru/publib.html> - Электронные книжные полки Вадима Ершова и К°, есть научно-техническая литература

<http://www.arxiv.org/> - Cornell University Library //Open access to 367,937 e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science and Quantitative Biology

<http://xxx.itep.ru/> - Open access to 383,443 e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science and Quantitative Biology

<http://bukinist.agava.ru/> - поисковая система Букинист. Поиск электронных книг рекомендуется начинать отсюда

<http://www.poiskknig.ru/> - поиск электронных книг

<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> - EqWorld - Мир математических уравнений. Сайт EqWorld содержит обширную информацию о математических уравнениях (дифференциальных, интегральных, функциональных и др.). Описаны точные решения и методы решения уравнений, приведены интересные статьи, даны ссылки на математические справочники, монографии и учебники, указаны адреса научных веб-сайтов, издательств, журналов и др. Имеет международную редколлегию, работает на русском и английском языках. Предназначен для широкого круга ученых, преподавателей вузов, инженеров, аспирантов и студентов в различных областях математики, физики, механики и инженерных наук.

www.zaba.ru - олимпиады (самые разные) и задачи для школьников,

<http://mathnet.ru/win/db/home.asp> - директория математиков России - там можно узнать о персонали, посмотреть список важных работ данного автора и т.п.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧТЕНИЯ ЛЕКЦИЙ

ЛЕКЦИЯ 1.

ТЕМА: Прикладная математика и научно-технический прогресс.

1. Прикладная математика – как часть математики.

Математика - наука о количественных отношениях и пространственных формах действительного мира. Например вычисление площади треугольника.

Или более сложный пример: расчет конструкции здания.

Постоянные запросы техники и естествознания пополняют запас количественных отношений и пространственных форм, изучаемых математикой.

Например развитие воздухоплавания дало развитие таким наукам как аэродинамика, авиация и др.

При этом постоянно возникают задачи, которые не сразу удастся решить. Некоторые задачи до сих пор еще ждут своего решения. Например задача Ферма. Для любого натурального числа n найти все целочисленные решения уравнения:

$$x^n + y^n = z^n$$

Математику обычно делят на многие составные части. Например: элементарная математика (арифметика, алгебра, геометрия(планиметрия, стереометрия), начала математического анализа). Эта часть математики изучается в школе.

Высшая математика – которая изучается в высшем учебном заведении. Эта часть более обширная. Назову некоторые ее составные части: прикладная математика, абстрактная алгебра, математический анализ, линейная алгебра, дифференциальная геометрия, аналитическая геометрия, математическая статистика, теория вероятностей и т.д.

Прикладная математика – это часть математики, которая занимается исследованием процессов в экономике, физике, биологии, медицине и других областях с использованием вычислительной техники и математических мо-

делей.

Обычно в состав прикладной математики относят: теорию математического моделирования, информатику, вычислительную математику, актуарную математику и некоторые другие разделы математики.

Теория математического моделирования одна из основных частей прикладной математики. Она изучает математические модели различных областей природы.

Математическая модель - это система математических соотношений — формул, уравнений, неравенств и т.д., отражающих существенные свойства объекта или явления.

Информатика - отрасль науки, изучающая структуру и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением. Она включает в себя такие разделы: (вычислительные алгоритмы, вычислительная техника, программирование, математическое обеспечение ЭВМ, базы данных, сетевые технологии, технологии программирования, ООП, компьютерная графика)

Вычислительная математика - раздел математики, включающий круг вопросов, связанных с производством вычислений и использованием ЭВМ. В более узком понимании вычислительная математика - теория численных методов решения типовых математических задач (решение линейных и нелинейных алгебраических уравнений и систем уравнений, решение линейных и нелинейных дифференциальных уравнений и систем уравнений, вычисление интегралов и решение интегральных уравнений и систем интегральных уравнений, задачи на оптимизацию)

Алгоритм - способ (программа) решения вычислительных и др. задач, точно предписывающий, как и в какой последовательности получить результат, однозначно определяемый исходными данными. Алгоритм - одно из основных понятий математики и кибернетики. В вычислительной технике для описания алгоритма используются языки программирования.

Программирование - процесс подготовки задач для решения их на ЭВМ, состоящий из следующих этапов: составление "плана решения" задачи в виде набора операций (алгоритмическое описание задачи); описание "плана решения" на языке программирования (составление программы); трансляция программы с языка программирования на машинный язык (в виде последовательности команд, реализация которых техническими средствами ЭВМ и есть процесс решения задачи).

Программированием называют также раздел прикладной математики, изучающий и разрабатывающий методы и средства составления, проверки и улучшения программ для ЭВМ.

В последние годы (в России с 90-х годов, в мире с 50-х прошлого столетия) появились новые разделы прикладной математики. Например актуарная математика, синергетика.

Другое название актуарной математики - Страховая математика- это область прикладной математики, которая использует математические методы и компьютерные технологии для исследования страховых моделей. Различают имущественное страхование (жилья, автомобилей и т.д.) и личное страхование (жизни, здоровья, пенсии и т.д.).

Синергетика - научное направление, изучающее связи между элементами структуры (подсистемами), которые образуются в открытых системах (биологической, физико-химической и др.) благодаря интенсивному (поток-овому) обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях.

Таким образом прикладная математика одна из самых интересных частей математики, находящаяся на стыке естественных, социальных и гуманитарных исследований, переживающая период бурного развития и повышенного интереса. Развитие прикладной математики неразрывно связано с внедрением во все сферы жизни вычислительной техники, компьютерных и сетевых технологий.

2. Основные этапы развития математики и прикладной математики.

До начала 17 века математика - преимущественно наука о числах, скалярных величинах и сравнительно простых геометрических фигурах; изучаемые ею величины (длины, площади, объемы и пр.) рассматриваются как постоянные. К этому периоду относится возникновение арифметики, геометрии, позднее - алгебры и тригонометрии и некоторых частных приемов математического анализа. Областью применения математики являлись: счет, торговля, землемерные работы, астрономия, отчасти архитектура. В этот период сформировалась элементарная математика.

В 17 и 18 вв. потребности бурно развивавшегося естествознания и техники (мореплавания, астрономии, баллистики, гидравлики и т. д.) привели к введению в математику идей движения и изменения, прежде всего в форме переменных величин и функциональной зависимости между ними. Это повлекло за собой создание аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчислений. В 18 веке возникают и развиваются теория дифференциальных уравнений, дифференциальная геометрия и т. д. В данный период зарождаются разделы высшей математики и в частности прикладной математики.

В 19-20 веках математика поднимается на новые ступени абстракции. Обычные величины и числа оказываются лишь частными случаями объектов, изучаемых в современной алгебре; геометрия переходит к исследованию "пространств", весьма частным случаем которых является евклидово пространство. Развиваются новые дисциплины: теория функций комплексного переменного, теория групп, проективная геометрия, неевклидова геометрия, теория множеств, математическая логика, функциональный анализ и др.

Практическое освоение результатов теоретического математического исследования требует получения ответа на поставленную задачу в числовой

форме. В связи с этим в 19-20 веках численные методы математики вырастают в самостоятельную ее ветвь - вычислительную математику.

Стремление упростить и ускорить решение ряда трудоемких вычислительных задач привело к созданию вычислительных машин. Потребности развития самой математики, "математизация" различных областей науки, проникновение математических методов во многие сферы практической деятельности, быстрый прогресс вычислительной техники привели к появлению целого ряда новых математических дисциплин; таковы, например, теория игр, теория информации, теория графов, дискретная математика, теория оптимального управления.

В этот период зарождаются компьютерные технологии и появляются новые математические дисциплины (теория автоматов, теория информации, теория игр, исследование операций, кибернетика, математическая экономика, актуарная математика, синергетика и др.).

3. Основные задачи 21 века и прикладная математика.

На будущие проблемы естественно посмотреть "сверху", увидеть их в контексте тех сверхзадач, которые предстоит решать исследователям в наступившем веке. В том, что коренные изменения, в том числе и касающиеся стратегии научных исследований, произойдут на наших глазах, сомневаться не приходится.

Для этого есть веские, внешние по отношению к науке, причины. В последние десятилетия коренным образом меняется мировая динамика. К примеру, в течение последних 100 тысяч лет, как утверждают демографы, численность населения мира росла со скоростью, пропорциональной квадрату числа людей. В течение последних двадцати с лишним лет этот закон изменился, и на наших глазах происходит демографический переход — резкое уменьшение скорости роста населения мира.

Разные модели дают довольно близкие значения численности человечества, на которой, вероятно, произойдет стабилизация. (Разумеется, модели строились, исходя из благоприятного сценария, в предположении об отсутствии мировых войн и глобальных катаклизмов, о сохранении нынешних тенденций.) Это 10-12 миллиардов человек. Однако независимо от конкретного числа ясно, что стратегия расширенного воспроизводства, под знаком которой прошли два предыдущих века, себя исчерпала. На первый план выходят стабилизация и стабильность.

Однако есть не менее важные внутренние причины изменения стратегии. В пятидесятые годы один из отцов квантовой механики Е.Вигнер опубликовал статью, посвященную пределам науки. По его мнению, развитие науки в будущем будут тормозить следующие факторы:

- увеличение пути до переднего края науки, что потребует от будущих исследователей потратить большую часть активной жизни на освоение уже накопленных результатов;

- сверхспециализация и рождение новых наук на стыке различных дисциплин приведут к утрате перспективы и общего языка даже у ученых, работающих в близких областях;

- экономический эффект большинства достижений в области фундаментальной науки окажется более, чем скромным.

Станислав Лем в известной книге "Сумма технологии" предсказывал в 60-е годы отказ от научных исследований "по всему фронту", спад активности в ряде областей, снижение социального статуса ученых и уменьшение влияния науки на общество уже к концу XX века.

Когда эти прогнозы начали оправдываться, когда не только в отечественной, но и в мировой науке возникли серьезные трудности, эти взгляды стали особенно популярны и еще более радикальны. Автор одного из недавних

бестселлеров Дж.Хорган предрекает конец большинства естественных наук уже в ближайшей перспективе.

Вместе с тем многое проясняется, если взглянуть на то, какие именно потребности общества удовлетворяла наука, каких результатов от нее ожидали, во что вкладывали деньги и усилия. Для краткости эти потребности назовем *сверхзадачами*.

Первой сверхзадачей науки в XX веке, несомненно, было создание систем вооружений и средств защиты. Бурное развитие физики, химии, механики, информатики, математики было, в первую очередь, связано с созданием новых видов оружия. По оценкам науковедов, более половины фундаментальных исследований в развитых странах в ушедшем веке инициировалась потребностями военно-промышленных комплексов.

Однако с созданием систем стратегических вооружений эти направления работ подошли к естественному пределу — ряд стран получили возможность нанести неприемлемый ущерб всем мыслимым противникам тысячи раз самыми разными способами. Соответствующие работы перестали быть стимулом для фундаментальных исследований и вышли на инженерный, технический уровень. По-видимому, создание нового щита и меча не будет сверхзадачей в начавшемся веке.

Не будет сверхзадачей и другое направление, ориентированное на создание новых технологий, направленных на расширенное воспроизводство, на создание новых товаров и услуг.

Здесь человечество столкнулось с жесткими ресурсными ограничениями. Например, сейчас в США годовое потребление нефти на душу населения в 250 раз превышает соответствующий показатель во многих развивающихся странах. И если последние захотят жить по стандартам развитых, то основная

часть многих разведанных и доступных ресурсов окажется добыта в ближайшие пять лет.

Нельзя не согласиться с авторами известной книги "Фактор четыре" — если в XX веке промышленность стремилась производить больше и разнообразнее, то в XXI веке ей предстоит производить дешевле и экономичнее. Поэтому и производство товаров и услуг не будет сверхзадачей.

Однако о конце науки пока говорить рано. По-видимому, в новом веке будут свои сверхзадачи, которые и дадут новые стимулы к развитию исследований. Пока можно очертить три круга таких проблем.

В качестве первой сверхзадачи можно выделить *управление риском и безопасностью сложных систем*. Одной из главных функций науки в ближайшем будущем, по-видимому, станет прогноз и предупреждение бедствий, катастроф, других опасностей в природной, техногенной, социальной сферах. Причин для этого несколько.

Сложившаяся тенденция такова, что количество природных катастроф с большим экономическим ущербом за последние двадцать лет возросло вчетверо. Глобальные климатические изменения сопряжены со многими новыми угрозами. Кроме того мегаполисы и техносфера в целом стали крайне уязвимы, что показали и последние террористические акты в США.

По оценкам экспертов, ликвидация последствий Чернобыльской аварии только в том году, в котором она произошла, обошлась Советскому Союзу примерно в 10 миллиардов долларов. Не менее важно и то, что эта авария на десятилетия изменила стратегию развития атомной промышленности.

"Цена вопроса" здесь очень велика. Германия и Швеция отказываются от атомной энергетики, несмотря на большие издержки и неизбежное подорожание многих видов продукции, производимой в этих странах. Франция же, напротив, развивает эту отрасль форсированными темпами, стремясь довести

до 90% долю электричества, вырабатываемого на АЭС. Во Франции развитие атомной энергетики рассматривается как важнейшее направление, обеспечивающее сохранение окружающей среды.

Новые технологии — создание микромашин, геновая инженерия и та же атомная энергетика выводят на новый уровень пространственных и временных масштабов, на котором человечество раньше не оперировало. Например, многие радиоактивные отходы будут представлять опасность на временах в сотни тысяч лет. С другой стороны, ускоренная эволюция микроорганизмов, которую обеспечило массовое применение антибиотиков, с большой вероятностью сделает многие, не слишком тяжелые на сегодняшний день болезни, смертельными завтра. В XXI веке нас ждет много новых опасностей и постиндустриальных рисков. Естественно, здесь открывается огромный простор для компьютерного моделирования, прогнозирования, широкого применения вычислительных технологий.

Вторую сверхзадачу сейчас часто называют *нейронаукой*. Вступая в XXI-й век, важно осознать, что человек остается одной из главных загадок. Прежде всего это загадка в "техническом смысле". Скорость срабатывания нервной клетки - нейрона - в миллион раз меньше, чем скорость срабатывания логического элемента в персональном компьютере. Скорость передачи информации в нервной системе также в миллион раз меньше, чем в ЭВМ (она связана не только с электрическими, но и с химическими процессами и диффузией, а последние достаточно инертны).

Многие "выходные параметры" человека также достаточно скромны, — например, как показали психологи, он в состоянии следить не более, чем за семью переменными, меняющимися во времени.

Разумеется, это слишком оптимистичный взгляд. Число переменных, за которыми может эффективно следить человек, зависит от того, насколько быстро они меняются и насколько сложные управляющие действия связи с

их вариациями могут понадобиться. В эргономике показывается, что в случае критической ситуации на дороге, в ходе воздушного боя или действий комплекса ПВО есть возможность следить и оперировать не более, чем с 2-3 переменными.

Несмотря на это человек решает многие задачи, связанные с распознаванием образов, с обучением, управлением движением на уровне современных суперкомпьютеров или лучше их. Это означает, что мозг основан на иных принципах, по сравнению с компьютером. Эти принципы пока не поняты. И отдельные успехи теории нейронных сетей только подчеркивают этот факт. Огромный, быстро растущий массив данных нейробиологии, нейрохимии, когнитивной психологии и многих других дисциплин пока ждет осмысления и отражения в компьютерных моделях, концепциях, теориях, использующих представления точных наук.

Социология и социальная психология показали, что человек оказывается загадкой и в социальном смысле. Несмотря на технологический прогресс и достаточно высокий уровень образования современного общества, оно оказывается крайне уязвимым относительно манипуляции общественным сознанием. Изменение шкалы ценностей, эволюция смыслов, предпочтений, поведенческих стратегий — огромное количество эмпирического материала — пока не привели к созданию теорий, обладающих предсказательной силой и использующих методы точных наук.

Можно предположить, что, как и при решении многих других фундаментальных задач, применение компьютерных технологий здесь будет все более широким и успешным по мере того, как углубляться наше понимание проблемы.

В этой связи можно привести следующую аналогию. Ключевым достижением XX века было открытие периодической таблицы — универсального "химического кода", на котором можно "записать" все вещества. И в конце

прошлого века компьютерная химия завоевала принципиальные позиции. Несколько лет назад впервые Нобелевская премия по химии была присуждена математику и программисту за создание программы Gaussian — компьютерного "химического конструктора", позволяющего оценивать и прогнозировать свойства молекул, в которых не более 200-300 атомов. Обычно только после такого анализа в большинстве случаев становится ясно, можно ли синтезировать придуманную исследователями молекулу, каковы ее свойства и стоит ли это делать. В практику фармацевтических компаний вошло компьютерное проектирование лекарств. Глобальные компьютерные сети и технологии метакомпьютинга позволили начать крупнейший химико-биологический поиск веществ, замедляющих рост раковых опухолей или уничтожающих их, не повреждая здоровые ткани.

Одним из важнейших прогнозируемых достижений науки XXI века, по мнению многих экспертов, станет открытие "психологического кода". То есть выяснение способа кодирования, передачи, алгоритмов обработки информации в нервной системе, биохимический анализ работы сознания. Современные информационные технологии, использование ряда типов томографов и алгоритмов реконструкции объемных структур позволяют "увидеть мысль", — зафиксировать активность различных отделов мозга в режиме реального времени. Однако выяснение "психологического кода" может открыть новую главу информатики.

Третью сверхзадачу иногда называют *альтернативной* или *теоретической историей*. Эту задачу все чаще связывают с анализом *стратегических рисков* — событий, технологий, решений, которые могут существенно сузить коридор возможностей стран, регионов или цивилизаций, привести их к кризису или к катастрофе.

Масштаб деятельности человечества в XX веке не только превратил его в геологическую силу, как писал В.И.Вернадский. Этот масштаб заставил по-

новому осмыслить прошлую и будущую траекторию нашей цивилизации. Глубина и высокий темп изменений, крушение ряда "больших проектов" поставили проблему анализа возможных исторических альтернатив. Академик Н.Н.Моисеев, который привлек к анализу этого круга проблем вычислительные технологии, назвал эту задачу проблемой изменения алгоритмов развития .

Речь идет о принципиальном переходе от существующего набора технологий, неразрывно связанных с потреблением невозобновляемых ресурсов и иерархическими системами управления, к спектру технологий, позволяющих существовать не ближайшие десятилетия, а века, от иерархических структур к сетевым управляющим системам. Предположение о разрешимости этой задачи — одна из основ *концепции устойчивого развития*.

Компьютерный анализ первых моделей мировой динамики, ориентированных на долговременный прогноз, показал, что сохранение нынешней экономико-технологической системы ведет к деградации и катастрофе. Последующие исследования, проведенные под руководством профессора В.А.Егорова в Институте прикладной математики АН СССР, использующие методы теории управления, показали, что стабилизация биосферы, техносферы, мирового сообщества возможна только при условии создания новых гигантских отраслей промышленности (в частности, связанных с рекультивации земли и переработкой уже накопленных отходов).

С тех времен прошло уже много времени, исследовательские центры, использующие вычислительные технологии, занимающиеся среднесрочными и долгосрочным прогнозированием, сейчас имеют не только все развитые государства, но и большинство транснациональных корпораций. В их задачу входит анализ вероятных будущих изменений и способов направить события в желаемое русло.

Первые работы, посвященные количественному анализу мировой динамики, появились три десятилетия назад. Более двадцати лет назад Олвину Тоффлеру, нарисовавшему проект мира будущего, была присуждена Нобелевская премия по экономике. Многократно увеличились возможности компьютеров. Тем не менее остается констатировать, что уровень компьютерных моделей и систем прогноза остается не сравним с масштабом и остротой проблем, вставших и перед мировым сообществом, и перед Россией. В частности, концепция устойчивого развития, положенная в основу многих национальных доктрин и стратегий, пока не имеет убедительного системного, естественнонаучного и компьютерного обоснования.

Обращу внимание на то, что все эти сверхзадачи являются *междисциплинарными*. Это предполагает наличие общего языка и общих представлений о целом, о стратегических, глобальных, а не только локальных проблемах. Отсюда вытекает и необходимость "проще и понятнее" объяснять новым поколениям исследователей и руководителей имеющиеся достижения и стоящие задачи. Роль "системного интегратора" , облегчающего восприятие имеющихся знаний и информационных потоков, извлечение следствий из имеющихся фактов, количественная и качественная оценка влияния различных факторов на исследуемые явления, прогноз последствий принимаемых решений, по-видимому, и будут обеспечивать информационные и вычислительные технологии.

ЛЕКЦИЯ 2.

ТЕМА: Математические модели

Математическая модель - это система математических соотношений — формул, уравнений, неравенств и т.д., отражающих существенные свойства объекта или явления.

Например: формула площади треугольника $S = 0,5 \cdot a \cdot h$ есть мат.модель.

Изучение природы или природных явления с помощью математики естественно приводит к построению математических моделей. При этом надо имеет ввиду, что всякое явление природы бесконечно в своей сложности.

Проиллюстрируем это с помощью примера, взятого из книги В.Н. Тростникова "Человек и информация" (Издательство "Наука", 1970).

... Обыватель формулирует математику задачу следующим образом: *"Сколько времени будет падать камень с высоты 200 метров?"* Математик начнет создавать свой вариант задачи приблизительно так: *"Будем считать, что камень падает в пустоте и что ускорение силы тяжести 9,8 метра в секунду за секунду. Тогда ..."*

— *Позвольте, — может сказать "заказчик", — меня не устраивает такое упрощение. Я хочу знать точно, сколько времени будет падать камень в реальных условиях, а не в несуществующей пустоте.*

— *Хорошо, — согласится математик. — Будем считать, что камень имеет сферическую форму и диаметр... Какого примерно он диаметра?*

— *Около пяти сантиметров. Но он вовсе не сферический, а продолговатый.*

— *Тогда будем считать, что он имеет форму эллипсоида с полуосями четыре, три и три сантиметра и что он падает так, что большая полуось все время остается вертикальной. Давление воздуха примем равным 760 мм ртутного столба, отсюда найдем плотность воздуха...*

Если тот, кто поставил задачу на "человеческом" языке не будет дальше вмешиваться в ход мысли математика, то последний через некоторое время даст численный ответ. Но "потребитель" может возражать по-прежнему: *камень на самом деле вовсе не эллипсоидальный, давление воздуха в том месте и в тот момент не было равно 760 мм ртутного столба и т.д.* Что же ответит ему математик?

Он ответит: *"Точное решение реальной задачи вообще невозможно. Мало того, что форму камня, которая влияет на сопротивление воздуха, невозможно описать никаким математическим уравнением; его вращение в полете также неподвластно математике из-за своей сложности. Далее, воздух не является однородным, так как в результате действия случайных факторов в нем возникают флуктуации колебания плотности. Если пойти ещё глубже, нужно учесть, что по закону всемирного тяготения каждое тело действует на каждое другое тело. Отсюда следует, что даже маятник настенных часов изменяет своим движением траекторию камня.*

Короче говоря, если мы всерьез захотим точно исследовать поведение какого-либо предмета, то нам предварительно придется узнать местонахождение и скорость всех остальных предметов Вселенной. А это, разумеется, невозможно

Чтобы описать явление, необходимо выявить самые существенные его свойства, закономерности, внутренние связи, роль отдельных характеристик явления. Выделив наиболее важные факторы, можно пренебречь менее существенными.

Наиболее эффективно математическую модель можно реализовать на компьютере в виде алгоритмической модели — так называемого "вычислительного эксперимента".

Конечно, результаты вычислительного эксперимента могут оказаться и не соответствующими действительности, если в модели не будут учтены какие-то важные стороны действительности.

Итак, создавая математическую модель для решения задачи, нужно:

1. выделить предположения, на которых будет основываться математическая модель;
2. определить, что считать исходными данными и результатами;
3. записать математические соотношения, связывающие результаты с исходными данными.

При построении математических моделей далеко не всегда удается найти формулы, явно выражающие искомые величины через данные. В таких случаях используются математические методы, позволяющие дать ответы той или иной степени точности.

Существует не только математическое моделирование какого-либо явления, но и визуально-натурное моделирование, которое обеспечивается за счет отображения этих явлений средствами машинной графики, т.е. перед исследователем демонстрируется своеобразный "компьютерный мультфильм", снимаемый в реальном масштабе времени. Наглядность здесь очень высока.

2.1. Предмет теории моделирования.

Моделирование - это замещение одного объекта (оригинала) другим (моделью) и фиксация и изучение свойств модели. Замещение производится с целью упрощения, удешевления, ускорения изучения свойств оригинала.

В общем случае объектом-оригиналом может быть естественная или искусственная, реальная или воображаемая система. Она имеет множество параметров S_0 и характеризуется определёнными свойствами. Количественной мерой свойств системы служит множество характеристик Y_0 , система проявляет свои свойства под влиянием внешних воздействий X .

Множество параметров S и их значений отражает её внутреннее содержание - структуру и принципы функционирования. Характеристики S - это в основном её внешние признаки, которые важны при взаимодействии с другими S .

Характеристики S находятся в функциональной зависимости от её параметров. Каждая характеристика системы $y_0 \in Y_0$ определяется в основном ограниченным числом параметров $\{S_{0k}\} \subset S_0$. Остальные параметры не влияют на значение данной характеристики S . Исследователя интересуют, как правило, только некоторые характеристики S : $\{y\} \subset Y_0$ при конкретных воздействиях на систему $\{x_{mn}\} \subset X$.

Модель — это тоже система со своими множествами параметров S_m и характеристик Y_m . Оригинал и модель сходны по одним параметрам и различны по другим. Замещение одного объекта другим правомерно если интересующие исследователя характеристики оригинала и модели определяются однотипными подмножествами параметров и связаны одинаковыми зависимостями с этими параметрами:

$$y_{ok} = f(\{S_{oi}\}, \{x_{on}\}, T); \quad (1.1)$$

$$y_{mn} = f(\{S_{mi}\}, \{x_{mn}\}, T_m) \quad (1.2)$$

где, y_{mn} - k -ая характеристика модели, $y_{mn} \in Y_m$

x_{mn} - внешнее воздействие на модель, $x_{mn} \in X$

T_m - модельное время.

При этом $s_{oi} = \Psi(S_{mi})$; $x_{on} = \omega(x_{mn})$, $T = mT_m$ (где m - масштабный коэффициент) на всём интервале $[0-T_m]$ или в отдельные периоды времени. Тогда с некоторым приближением можно сделать вывод о том, что характеристики O_p , связаны с характеристиками M зависимостями $y_{ok} = \varphi(y_{mk})$. Множество харак-

теристик модели $Y_{mk}=\{y_{mk}\}$ является отображением множества интересующих характеристик оригинала $y_{ok}=\{y_{ok}\}$, т.е. $\varphi: Y_{ok} \rightarrow y_{mk}$, т.е. $\varphi: Y_{ok} \rightarrow Y_{mk}$.

При исследовании сложных естественных S , у которых известны Y_{ok} , но мало изучен состав элементов и принципы их взаимодействия с помощью моделирования может решаться обратная задача. Строят предположительную модель, определяющая её характеристики Y_{mk} при эквивалентных внешних воздействиях $\{x_{mn}\}$ ($\omega: \{x_{on}\} \rightarrow \{x_{mn}\}$) и, если оказывается, что имеет место отображение $\varphi: Y_{ok} \rightarrow Y_{mk}$ с некоторой известной функцией φ , то считается, что система-оригинал имеет такие же параметры.

Моделирование целесообразно, когда у модели отсутствуют те признаки оригинала, которые препятствуют его исследованию.

Теория моделирования — взаимосвязанная совокупность положений, определений, методов и средств создания моделей. Сами модели являются предметом теории моделирования.

Теория моделирования является основной составляющей общей теории систем - системологии, где в качестве главного принципа постулируются осуществимые модели: система представима конечным множеством моделей, каждая из которых отражает определённую грань её сущности.

2.2. Роль и место моделирования в исследовании систем.

Познание любой системы (S) сводится по существу к созданию её модели. Перед изготовлением каждого устройства или сооружения разрабатывается его модель - проект. Любое произведение искусства является моделью, фиксирующее действительность.

Достижения математики привели к распространению математических моделей различных объектов и процессов. Подмечено, что динамика функционирования разных по физической природе систем однотипными зависимостями, что позволяет моделировать их на ЭВМ.

На качественно новую ступень поднялась моделирование в результате разработки методологии имитационного моделирования на ЭВМ.

Сейчас трудно указать область человеческой деятельности, где бы применялось моделирование. Разработаны модели производства автомобилей, выращивания пшеницы, функционирования отдельных органов человека, жизнедеятельности Азовского моря, атомного взрыва, последствий атомной войны.

Специалисты считают, что моделирование становится основной функцией ВС. На практике широко используются АСУ технологическими процессами организационно-экономическими комплексами, процессами проектирования, банки данных и знаний. Но любая из этих систем нуждается в информации об управляемом объекте и модели управляемого объекта, в моделировании тех или иных управляющих решений.

Сами ВС как сложные и дорогостоящие технические системы могут являться объектами моделирования.

Обычно процесс разработки сложной системы осуществляется итерационно с использованием моделирования проектных решений. Если характеристики не удовлетворяют предъявленным требованиям, то по результатам анализа производят корректировку проекта, затем снова проводят моделирование.

При анализе действующих систем с помощью моделирования определяют границы работоспособности системы, выполняют имитацию экспериментальных условий, которые могут возникнуть в процессе функционирования системы. Искусственное создание таких условий на действительной системе затруднено и может привести к катастрофическим последствиям.

Применение моделирования может быть полезным при разработке стратегии развития ВС, её усовершенствования при создании сетей ЭВМ.

2.3. Классификация моделей.

Физические модели. В основу классификации положена степень абстрагирования модели от оригинала. Предварительно все модели можно подразделить на 2 группы — физические и абстрактные (математические).

Ф.М. обычно называют систему, эквивалентную или подобную оригиналу, но возможно имеющую другую физическую природу. Виды Ф.М.:

- натуральные;
- квазинатуральные;
- масштабные;
- аналоговые;

Натуральные модели — это реальные исследуемые системы (макеты, опытные образцы). Имеют полную адекватность (соответствия) с системой оригиналом, но дороги.

Квазинатуральные модели — совокупность натуральных и математических моделей. Этот вид используется тогда, когда модель части системы не может быть математической из-за сложности её описания (модель человека оператора) или когда часть системы должна быть исследована во взаимодействии с другими частями, но их ещё не существует или их включение очень дорого. (вычислительные полигоны, АСУ)

Масштабная модель — это система той же физической природы, что и оригинал, но отличается от него масштабами. Методологической основой масштабного моделирования является теория подобия. При проектировании ВС масштабные модели могут использоваться для анализа вариантов компоновочных решений.

Аналоговыми моделями называют системы, имеющие физическую природу, отличающуюся от оригинала, но сходные с оригиналом процессы функционирования. Для создания аналоговой модели требуется наличие математического описания изучаемой системы. В качестве аналоговых моделей используются механические, гидравлические, пневматические и электрические системы. Аналоговое моделирование использует при исследовании средства ВТ на уровне логических элементов и электрических цепей, а так же на системном уровне, когда функционирование системы описывается например, дифференциальными или алгебраическими уравнениями.

Математические модели. Математические модели представляют собой формализованное представление системы с помощью абстрактного языка, с помощью математических соотношений, отражающих процесс функционирования системы. Для составления математических моделей можно использовать любые математические средства — алгебраическое, дифференциальное, интегральное исчисления, теорию множеств, теорию алгоритмов и т.д. По существу вся математика создана для составления и исследования моделей объектов и процессов.

К средствам абстрактного описания систем относятся также языки химических формул, схем, чертежей, карт, диаграмм и т.п. Выбор вида модели определяется особенностями изучаемой системы и целями моделирования, т.к. исследование модели позволяет получить ответы на определённую группу вопросов. Для получения другой информации может потребоваться модель другого вида. Математическое модели можно классифицировать на детерминированные и вероятностные, аналитические, численные и имитационные.

Аналитической моделью называется такое формализованное описание системы, которое позволяет получить решение уравнения (1.2) в явном виде, используя известный математический аппарат.

Численная модель характеризуется зависимостью (1.2) такого вида, который допускает только частные решения для конкретных начальных условий и количественных параметров моделей.

Имитационная модель — это совокупность описания системы и внешних воздействий, алгоритмов функционирования системы или правил изменения состояния системы под влиянием внешних и внутренних возмущений. Эти алгоритмы и правила не дают возможности использования имеющихся математических методов аналитического и численного решения, но позволяют имитировать процесс функционирования системы и производить вычисления интересующих характеристик. Имитационные модели могут быть созданы для гораздо более широкого класса объектов и процессов, чем аналитические

и численные. Поскольку для реализации имитационных моделей служат ВС, средствами формализованного описания ИМ служат универсальные и специальные алгоритмические языки. ИМ в наибольшей степени подходят для исследования ВС на системном уровне.

Пример(для самостоятельной работы):

```
Sub Command1_Click()
```

```
    Корень
```

```
End Sub
```

```
Sub Корень()
```

```
    ' Подкоренное выражение
```

```
    a = 81725.3
```

```
    'Начальное приближение
```

```
    X0 = 300
```

```
    'Первое приближение
```

```
    X1 = (x0 + a / x0) / 2
```

```
    'Второе приближение
```

```
    X2 = (X1 + a / X1) / 2
```

```
    'Третье приближение
```

```
    X3 = (X2 + a / X2) / 2
```

```
    'Четвертое приближение
```

```
    X4 = (x3 + a / x3) / 2
```

```
    'Пятое приближение
```

```
    X5 = (x4 + a / x4) / 2
```

```
    'Печать результатов
```

```
    Debug.Print X1, X2, X3, X4, X5
```

```
End Sub
```


КАРТА КАДРОВОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ

Лектор – доцент Павлюк Анатолий Петрович (стаж работы в вузе 30 лет);

ОГЛАВЛЕНИЕ

№		стр.
1.	Рабочая программа	3
2.	Цели и задачи дисциплины	4
3.	Содержание дисциплины	4
4.	Самостоятельная работа	5
5.	Вопросы к зачету	6
6.	Учебно – методические материалы по дисциплине	7
7.	Материалы для чтения лекций	11
8.	Карта кадровой обеспеченности дисциплины	33