

Типовые программы  
учебных дисциплин  
специальности  
1-31 03 04 «ИНФОРМАТИКА»

УДК 378.214:51

С о с т а в и т е л и :  
**П. А. Мандрик, О. А. Кастрица, А. В. Филипцов**

**Типовые** программы учебных дисциплин специальности 1-31 03 04 «Информатика» [Электронный ресурс] / сост. : П. А. Мандрик, О. А. Кастрица, А. В. Филипцов. – Минск : БГУ, 2014.  
ISBN 978-985-518-996-2.

Представлены типовые программы естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, разработанные на факультете прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

**УДК 378.214:51**

**ISBN 978-985-518-996-2**

© БГУ, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Дискретная математика и математическая логика.....	6
Математический анализ.....	12
Геометрия и алгебра.....	24
Программирование.....	33
Дифференциальные уравнения.....	42
Вычислительные методы алгебры.....	51
Теория вероятностей и математическая статистика.....	57
Операционные системы.....	65
Функциональный анализ и интегральные уравнения.....	72
Методы оптимизации.....	80
Исследование операций.....	87
Алгоритмы и структуры данных.....	94
Компьютерные сети.....	101
Уравнения математической физики.....	110
Архитектура компьютеров.....	116
Методы трансляции.....	123
Технология программирования.....	130
Интеллектуальные информационные системы.....	139
Методы численного анализа.....	146
Модели данных и системы управления базами данных.....	154
Проектирование и анализ алгоритмов.....	165
Охрана труда.....	171
Основы экологии и энергосбережения.....	179
Макет типового учебного плана специальности «Информатика».....	188

## **ВВЕДЕНИЕ**

Специальность 1-31 03 04 «Информатика» относится к естественнонаучному профилю подготовки специалистов с высшим математическим образованием. Она включена в группу специальностей «Математические науки и информатика» в общегосударственном классификаторе Республики Беларусь ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации», который был утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 02 июня 2009 г. № 36.

Настоящий сборник включает типовые программы естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, разработанные преподавателями факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета и утвержденные Министерством образования Республики Беларусь. Перечень дисциплин и их место в системе подготовки специалистов определены Государственным стандартом специальности 1-31 03 04 «Информатика».

Впервые в республике подготовка специалистов по информатике была организована в Белорусском государственном университете. Выпускникам присваивается квалификация «Математик – системный программист», их сфера деятельности – это производственная, организационно-управленческая, преподавательская и научно-исследовательская работа, связанная с созданием, сопровождением, эксплуатацией и применением программного обеспечения средств вычислительной техники и автоматизированных систем, а также с использованием средств вычислительной техники и развитием новых областей применения информационных технологий. Объектами профессиональной направленности специалистов

являются программы, программные системы, их математические и алгоритмические модели, методы проектирования и реализации, способы их производства и эксплуатации в различных областях деятельности.

*Председатель научно-методического совета  
по прикладной математике и информатике  
УМО вузов Республики Беларусь  
по естественнонаучному образованию,  
декан факультета прикладной математики  
и информатики БГУ  
П. А. Мандрик*

# **ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
24.09.2008 г.  
Регистрационный № ТД-Г.153/тип.

**Составители:**

**В. А. Мощенский**, доцент кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

**Ю. Л. Орлович**, доцент кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

**Г. П. Волчкова**, старший преподаватель кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета.

**Рецензенты:**

кафедра прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

**В. М. Демиденко**, ведущий научный сотрудник института математики НАН Беларуси, кандидат физико-математических наук.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского университета (протокол № 9 от 28.02.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27.03.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 24.06.2008 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Основной спецификой дискретной математики и математической логики (ДМ и МЛ) являются алгоритмическая основа и демонстрация использования дискретности в современной науке. ДМ и МЛ включают ряд разделов, которые наиболее интенсивно стали развиваться в середине прошлого столетия в связи с появлением ЭВМ. Этот курс является не только фундаментом математической кибернетики, но и важным звеном математического образования для специалистов в области прикладной математики и информатики.

В курсе ДМ и МЛ изучаются: высказывания и предикаты (основные операции над ними и их свойства), комбинаторный анализ, булевы функции, конечные графы и сети, формальные грамматики и языки, алгоритмические модели, элементы теории кодирования.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- логические операции;
- основные методы теории множеств и комбинаторики;
- булевы функции и функции  $k$ -значной логики;
- основные понятия и базовые результаты теории графов;
- элементы теории формальных грамматик и языков;
- основы теории алгоритмов, понятие о классах сложности  $P$  и  $NP$ ;
- элементы теории кодирования;

*уметь*:

- переводить предложения на формальный язык логики высказываний;
- решать базовые комбинаторные задачи;
- исследовать на полноту системы булевых функций;
- анализировать и строить конкретные грамматики;
- исследовать на изоморфизм простейшие графы, определять связность, двудольность и планарность графов;
- программировать на языке машин Тьюринга;
- определять принадлежность функций классам: примитивно-рекурсивных, частично-рекурсивных, общерекурсивных;
- определять делимость кода, строить оптимальный код.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 245 учебных часов, в том числе 136 аудиторных часов: лекции – 84 часа, практические занятия – 34 часа, лабораторные занятия – 18 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела	Количество аудиторных часов			
	всего	в том числе		
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия
<b>Раздел 1. Высказывания и предикаты</b>	22	16	4	2
<b>Раздел 2. Комбинаторный анализ</b>	26	18	6	2
<b>Раздел 3. Графы и сети</b>	18	10	6	2
<b>Раздел 4. Булевы функции</b>	20	16	4	–
<b>Раздел 5. Формальные грамматики</b>	12	6	2	4
<b>Раздел 6. Алгоритмические модели</b>	26	12	10	4
<b>Раздел 7. Элементы теории кодирования</b>	12	6	2	4
<b>Итого:</b>	<b>136</b>	<b>84</b>	<b>34</b>	<b>18</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел 1. Высказывания и предикаты

Высказывания, операции над высказываниями и их основные союзы. Высказывательные формулы, тавтологии. Логическое следствие. Предикаты, операции над предикатами и их свойства. Предикатные формулы, их интерпретации и модели. Понятия об исчислении высказываний и об аксиоматическом описании общезначимых формул.

### Раздел 2. Комбинаторный анализ

Множества, задание множеств. Подмножества и их свойства. Операции над множествами и основные равенства. Покрытия и разбиения множеств. Правило суммы. Принцип Дирихле. Декартово произведение множеств. Правило произведения. Бинарные отношения и их свойства. Отношение эквивалентности. Размещения с повторениями и без повторений. Сочетания без повторений и сочетания с повторениями. Бином Ньютона. Полиномиальная теорема. Рекуррентные соотношения и методы их решения. Формула включений и исключений. Производящие функции.

### **Раздел 3. Графы и сети**

Графы. Изоморфизм графов. Способы задания графов. Понятие о верхних и нижних оценках. Верхняя оценка числа неизоморфных графов без изолированных вершин. Двудольные графы. Критерий двудольности. Деревья. Код Прюфера дерева. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера. Гомеоморфные графы. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Критерий эйлеровости. Раскраска графов, хроматическое число графа, проблема четырех красок. Корневые деревья. Верхняя оценка числа неизоморфных корневых деревьев. Сети,  $\pi$ -сети.

### **Раздел 4. Булевы функции**

Понятие булевой функции. Элементарные функции. Формулы, основные равносильности. Описание работы сумматора. Принцип двойственности. СДНФ и СКНФ, ДНФ и КНФ. Полные системы булевых функций. Полином Жегалкина. Методы построения полинома Жегалкина. Замкнутые классы. Критерий функциональной полноты. Теорема о минимальном базисе. Понятие о результатах Поста. Проблема минимизации ДНФ. Алгоритм построения всех тупиковых ДНФ. Геометрическая интерпретация проблемы минимизации ДНФ. Понятие о функциях  $k$ -значной логики, их особенности.

### **Раздел 5. Формальные грамматики**

Основные понятия. Некоторые свойства грамматик. Иерархия языков. Леммы о разрастании для КС- и А-языков. Грамматический разбор. КС-грамматики и синтез языков программирования.

### **Раздел 6. Алгоритмические модели**

Интуитивное понятие алгоритма и необходимость его уточнения. Машины Тьюринга (одноленточные детерминированные), функции, ими вычислимые. Тезис Тьюринга. Проблема самоприменимости. Понятие о сложности алгоритма и о сложностях вычислений.  $k$ -ДМТ и  $k$ -НМТ. Проблема  $P = ?NP$ . Полиномиальная сводимость. NP-полные проблемы. Проблемы выполнимости и 3-выполнимости. Простейшие арифметические функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии, минимизации. Классы рекурсивных функций; соотношения между ними и классом функций, вычислимых по Тьюрингу.

### **Раздел 7. Элементы теории кодирования**

Схема передачи информации. Двоичное кодирование. Примеры кодовых систем. Критерий делимости кода. Оптимальные коды, метод

Хаффмена. Код Шеннона – Фано. Сжатие информации. Самокорректирующиеся коды (код Хэмминга) с исправлением одного замещения.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

*Гаврилов, Г. П.* Задачи и упражнения по дискретной математике / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. – М. : Физматлит, 2005.

*Мощенский, А. В.* Курс математической логики / А. В. Мощенский, В. А. Мощенский. – Минск : БГУ, 1999.

*Мощенский, А. В.* Математические основы информатики / А. В. Мощенский, В. А. Мощенский. – Минск : БГУ, 2002.

*Нефедов, В. Н.* Курс дискретной математики / В. Н. Нефедов, В. А. Осипова. – М. : Изд-во МАИ, 1992.

*Шоломов, Л. А.* Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств / Л. А. Шоломов. – М. : Наука, 1980.

### Дополнительная

*Андерсон, Дж. А.* Дискретная математика и комбинаторика / Дж. А. Андерсон. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004.

Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Дж. Хопкорфт [и др.]. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2002.

Дискретная математика / Й. Денев [и др.]. – София : Наука, 1985.

Лекции по теории графов / В. А. Емеличев [и др.]. – М. : Наука, 1990.

*Марченков, С. С.* Булевы функции / С. С. Марченков. – М. : Физматлит, 2002.

*Романовский, И. В.* Дискретный анализ / И. В. Романовский. – СПб., 1999.

Сборник задач по дискретному анализу. Комбинаторика. Элементы алгебры логики. Теория графов / Ю. И. Журавлев [и др.]. – М. : МФТИ, 2004.

*Харари, Ф.* Теория графов / Ф. Харари. – М. : Мир, 1973.

*Холл, М.* Комбинаторика / М. Холл. – М. : Мир, 1970.

*Яблонский, С. В.* Введение в дискретную математику / С. В. Яблонский. – М. : Наука, 1979.

# **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
24.09.2008 г.  
Регистрационный № ТД-Г.148/тип.

**Составители:**

**С. А. Мазаник**, заведующий кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**О. А. Кастрица**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Н. Т. Стельмашук**, профессор кафедры математического анализа Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 20.03.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27.03.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 24.06.2008 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Математический анализ» знакомит студентов со способами исследования функциональных зависимостей между переменными величинами. Изучаемые методы базируются на использовании предельного перехода, дифференциального и интегрального исчисления.

Основой для изучения математического анализа является курс математики, изучаемый в средней школе.

«Математический анализ» непосредственно связан с параллельно изучаемой дисциплиной «Геометрия и алгебра», является базовым курсом для изучения предметов аналитического цикла, предусмотренных учебным планом специальности. Методы, излагаемые в курсе математического анализа, используются при изучении дисциплин «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные методы алгебры», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Методы численного анализа», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики», а также при изучении ряда дисциплин специализации.

Изучение математического анализа преследует две основные цели: во-первых, дать студентам базу, необходимую для усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, и, во-вторых, сформировать составную часть банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

При изложении курса важно показать возможности использования аппарата анализа при решении прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и др. Целесообразно выделить моменты построения математических моделей естественных процессов с целью их последующего изучения методами математического анализа, а также обратить внимание на алгоритмические аспекты получаемых результатов.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- методы исследования функций одной и нескольких переменных с использованием аппарата дифференциального исчисления;
- принципы построения и использования интегралов при решении задач математики и прикладных задач;

- связи между кратными, криволинейными и поверхностными интегралами;
- принципы построения и исследования несобственных интегралов и интегралов, зависящих от параметров;
- методы исследования числовых и функциональных рядов;
- принципы построения ряда Фурье и свойства его суммы;
- основные положения теории функций комплексной переменной;
- основные принципы операционного исчисления;

*уметь:*

- исследовать свойства функций методами дифференциального исчисления;
- находить первообразные, вычислять кратные, криволинейные, поверхностные интегралы;
- исследовать сходимость рядов и несобственных интегралов;
- строить разложения функций в степенные ряды и ряды Фурье;
- дифференцировать и интегрировать функции комплексной переменной;
- строить разложения функций в ряд Лорана;
- использовать теорию вычетов для вычисления интегралов;
- применять методы математического анализа при построении и исследовании моделей прикладных задач.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 934 учебных часа, в том числе 510 аудиторных часов: лекции – 272 часа, практические занятия – 238 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
Введение	2	2	–
<b>Раздел I. Функции одной действительной переменной</b>			
1. Числа и числовые множества	18	10	8
2. Предел функции	14	6	8
3. Непрерывность	14	8	6
4. Дифференцируемость	16	6	10
5. Исследование функций	24	12	12
6. Неопределенный интеграл	24	12	12
7. Определенный интеграл	12	6	6

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
8. Приложения интеграла	12	6	6
<b>Раздел II. Функции нескольких действительных переменных</b>			
9. Функции нескольких переменных	8	4	4
10. Дифференцируемость функции нескольких переменных	16	8	8
11. неявно заданные функции	12	6	6
12. Экстремум функций нескольких переменных	16	8	8
13. Кратные интегралы	28	14	14
14. Кривые и поверхности	14	8	6
15. Криволинейные и поверхностные интегралы	42	20	22
<b>Раздел III. Ряды и несобственные интегралы</b>			
16. Интегралы, зависящие от параметра	38	18	20
17. Числовые ряды	26	12	14
18. Функциональные последовательности и ряды	34	16	18
19. Степенные ряды	16	8	8
20. Ряды Фурье	22	14	8
<b>Раздел IV. Теория функций комплексной переменной</b>			
21. Функции комплексного аргумента	26	18	8
22. Интеграл от функции комплексного аргумента	20	14	6
23. Комплексные числовые и функциональные ряды	18	12	6
24. Вычеты	20	12	8
25. Элементы операционного исчисления	18	12	6
<b>Итого:</b>	<b>510</b>	<b>272</b>	<b>238</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Введение*

Предмет математического анализа. Историческое развитие математического анализа, его место среди других математических наук и в естествознании.

### **Раздел I. Функции одной действительной переменной**

#### **1. Числа и числовые множества**

Действительные числа. Числовые множества. Отображения. Счетные и несчетные множества. Границы числовых множеств.

Числовые последовательности. Сходящиеся последовательности, их свойства. Сходимость монотонных последовательностей. Принцип вы-

бора Больцано – Вейерштрасса. Число « $\epsilon$ ». Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости числовой последовательности. Понятие о числовых рядах.

## **2. Предел функции**

Функция одной переменной. Предел функции в точке. Критерий Гейне. Критерий Коши существования конечного предела функции. Односторонние пределы. Бесконечные пределы и пределы на бесконечности.

## **3. Непрерывность**

Непрерывность функции в точке. Односторонняя непрерывность. Классификация точек разрыва. Непрерывность монотонной функции. Непрерывность обратной функции и композиции функций. Непрерывность элементарных функций. Замечательные пределы. Сравнение функций.  $O$ -символика. Локальные свойства непрерывных функций. Функции, непрерывные на множестве. Достижение непрерывной на отрезке функцией своих экстремальных значений (теорема Вейерштрасса). Равномерная непрерывность функций. Теорема Кантора.

## **4. Дифференцируемость**

Дифференцируемость функции в точке. Производная. Геометрический и механический смысл производной. Правила дифференцирования. Производная обратной функции. Производная композиции функций. Производные основных элементарных функций. Дифференциал функции. Инвариантность формы первого дифференциала.

Использование производной и дифференциала в приближенных вычислениях.

Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Дифференцирование функций, заданных неявно и параметрически.

Формула Тейлора. Различные способы представления остаточного члена. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора. Ряд Тейлора. Формулы Эйлера.

## **5. Исследование функций**

Стационарные точки функции. Теоремы Ферма, Ролля. Формула конечных приращений (теорема Лагранжа). Теорема Коши. Правила Лопиталя раскрытия неопределенностей.

Монотонные дифференцируемые функции. Экстремумы. Необходимое условие локального экстремума. Исследование критических точек. Глобальный экстремум. Выпуклость функций. Асимптоты. Построение эскиза графика функций.

Понятие об итерационных алгоритмах приближенного вычисления корней уравнений.

### **6. Неопределенный интеграл**

Первообразная. Неопределенный интеграл. Первообразные основных элементарных функций. Замена переменных в неопределенном интеграле. Интегрирование по частям. Неберущиеся интегралы. Существование элементарных первообразных у рациональных функций. Методы рационализации.

### **7. Определенный интеграл**

Определенный интеграл Римана. Критерий Коши интегрируемости функции. Интегрируемость непрерывной функции. Интегральное колебание. Необходимые и достаточные условия Дарбу интегрируемости в смысле Римана. Основные свойства определенного интеграла. Классы интегрируемых функций. Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема Барроу. Формула Ньютона – Лейбница. Основные приемы вычисления определенного интеграла.

Понятие о других способах построения интеграла.

### **8. Приложения интеграла**

Длина дуги, площадь фигуры, объем тела, использование интегралов для их вычисления. Приложения интегралов в механике, физике, экономике и др.

Алгоритмы численного интегрирования. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.

## **Раздел II. Функции нескольких действительных переменных**

### **9. Функции нескольких переменных**

Пространство  $\mathbf{R}^n$ . Сходящиеся последовательности в  $\mathbf{R}^n$ . Принцип выбора. Критерий Коши сходимости последовательности в  $\mathbf{R}^n$ .

Функции нескольких переменных. Предел. Повторные пределы. Непрерывность. Непрерывность по одной из переменных. Локальные свойства непрерывных функций. Непрерывность на множестве. Равномерная непрерывность.

### **10. Дифференцируемость функции нескольких переменных**

Дифференцируемость в точке функции нескольких переменных. Частные производные. Условия дифференцируемости. Дифференциал. Дифференцирование композиции функций нескольких переменных. Инвариантность формы первого дифференциала.

Производные и дифференциалы высших порядков. Условия равенства смешанных производных. Оператор дифференцирования. Формула Тейлора.

### ***11. неявно заданные функции***

Теорема о неявной функции.

Векторные функции  $n$  переменных. Непрерывность. Дифференцируемость. Производное отображение. Матрица Якоби. Дифференциал. Дифференцирование композиции. Теорема о неявной векторной функции. Зависимость функций.

### ***12. Экстремум функций нескольких переменных***

Экстремум функции нескольких переменных. Необходимые условия. Исследование стационарных точек. Условный экстремум. Функция Лагранжа. Глобальный экстремум.

### ***13. Кратные интегралы***

Интеграл Римана функции нескольких переменных. Критерии Коши и Дарбу интегрируемости. Основные свойства интеграла. Классы интегрируемых функций. Замена переменных в кратных интегралах. Использование полярных, цилиндрических и сферических координат при вычислении интегралов.

Использование кратных интегралов при решении геометрических, физических и других прикладных задач.

### ***14. Кривые и поверхности***

Кривые на плоскости и в пространстве. Векторное задание кривой. Трехгранник Френе. Кривизна и кручение. Поверхности. Векторное задание поверхности. Первая квадратичная форма поверхности. Касательная плоскость и нормаль. Односторонние и двусторонние поверхности. Понятие многообразия.

### ***15. Криволинейные и поверхностные интегралы***

Криволинейные интегралы первого и второго рода. Формула Грина. Условия Эйлера. Использование формулы Ньютона – Лейбница для вычисления криволинейных интегралов.

Поверхностные интегралы первого и второго рода. Формула Стокса. Формула Остроградского.

Использование криволинейных и поверхностных интегралов при решении прикладных задач.

### **Раздел III. Ряды и несобственные интегралы**

#### ***16. Интегралы, зависящие от параметра***

Функции, определяемые как интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Непрерывность. Дифференцируемость. Правило Лейбница. Интегрирование.

Несобственные интегралы первого и второго рода. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов первого и второго рода. Несобственные интегралы от положительных функций. Признаки сравнения. Степенные признаки сходимости несобственных интегралов. Абсолютная сходимость. Признаки Дирихле и Абеля. Главное значение несобственного интеграла.

Функции, определяемые как несобственные интегралы, зависящие от параметра. Предельный переход. Дифференцирование. Интегрирование.

Эйлеровы интегралы первого и второго рода. Их основные свойства.

#### ***17. Числовые ряды***

Числовой ряд. Критерий Коши сходимости ряда. Положительные ряды. Сравнение положительных рядов. Признаки сходимости (Коши, Даламбера, интегральный, Гаусса и др.). Знакопеременные ряды. Признаки Лейбница, Дирихле и Абеля. Абсолютная сходимость. Действия над рядами. Двойные и повторные ряды.

Понятие об обобщенных способах суммирования рядов.

#### ***18. Функциональные последовательности и ряды***

Сходимость функциональных последовательностей. Равномерная сходимость. Критерии равномерной сходимости.

Функциональные ряды. Признаки Вейерштрасса, Дирихле и Абеля равномерной сходимости функциональных рядов.

Функции, определяемые как суммы рядов. Предельный переход. Непрерывность. Почленное дифференцирование и интегрирование рядов.

#### ***19. Степенные ряды***

Степенные ряды. Теорема Абеля. Множество сходимости степенного ряда. Радиус сходимости. Свойства суммы степенного ряда. Представление функций степенными рядами. Ряд Тейлора.

Основные степенные разложения и их приложения к приближенным вычислениям.

## **20. Ряды Фурье**

Скалярное произведение функций. Ортогональные системы функций. Последовательности тригонометрических многочленов. Ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Ряд Фурье четной и нечетной функции.

Принцип локализации. Теорема Римана – Лебега. Сходимость ряда Фурье в точке.

Равномерная сходимость ряда Фурье. Сходимость в среднем. Равенство Парсеваля. Полнота и замкнутость тригонометрической системы.

Обобщенное равенство Парсеваля. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов Фурье.

Разложение функций в ряды Фурье. Теорема Вейерштрасса об аппроксимации непрерывной функции многочленами.

Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.

## **Раздел IV. Теория функций комплексной переменной**

### **21. Функции комплексного аргумента**

Комплексные числа. Последовательности комплексных чисел.

Функции комплексного аргумента. Дробно-линейная функция. Показательная функция. Экспонента и логарифмическая функция. Тригонометрические и гиперболические функции.

Дифференцируемость функции комплексного аргумента. Условия Коши – Римана. Геометрический смысл производной. Конформные отображения.

### **22. Интеграл от функции комплексного аргумента**

Интеграл. Интегральная теорема Коши. Формула Ньютона – Лейбница. Интегральная формула Коши.

### **23. Комплексные числовые и функциональные ряды**

Ряды комплексных чисел. Степенные ряды. Теорема Абеля. Свойства суммы степенного ряда.

Регулярные функции. Связь между регулярностью и дифференцируемостью. Теорема Лиувилля. Нули регулярной функции. Понятие об аналитическом продолжении и аналитической функции.

Ряд Лорана. Изолированные особые точки функции. Поведение функции в окрестности особой точки.

### **24. Вычеты**

Вычет функции в особой точке. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Применение вычетов для вычисления несобственных интегралов.

Принцип аргумента. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.

## **25. Элементы операционного исчисления**

Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Свойства преобразования Лапласа. Изображения основных элементарных функций. Отыскание оригинала по известному изображению. Использование операционного исчисления для решения дифференциальных и интегральных уравнений.

### **ЛИТЕРАТУРА**

#### **Основная**

*Богданов, Ю. С.* Лекции по математическому анализу / Ю. С. Богданов. – Минск : БГУ, 1974, 1978. – Ч. 1–2.

*Богданов, Ю. С.* Математический анализ / Ю. С. Богданов, О. А. Кастрица, Ю. Б. Сыроид. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

*Демидович, Б. П.* Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б. П. Демидович. – М. : Наука, 1998.

*Зорич, В. А.* Математический анализ / В. А. Зорич. – М. : Наука, 1997, 1998. – Ч. 1–2.

*Ильин, В. А.* Математический анализ / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1985, 1987. – Ч. 1–2.

*Краснов, М. Л.* Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. – М. : Наука, 1981.

*Кудрявцев, Л. Д.* Курс математического анализа / Л. Д. Кудрявцев. – М. : Высш. шк.: 1988, 1989. – Т. 1–3.

*Сидоров, Ю. В.* Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю. В. Сидоров, М. В. Федорюк, М. И. Шабунин. – М. : Наука, 1989. – 408 с.

*Тер-Крикоров, А. М.* Курс математического анализа / А. М. Тер-Крикоров, М. И. Шабунин. – М. : Наука, 1997.

#### **Дополнительная**

*Богданов, Ю. С.* Начала анализа в задачах и упражнениях / Ю. С. Богданов, О. А. Кастрица. – Минск : Выш. шк., 1988.

*Воднев, В. Т.* Основные математические формулы / В. Т. Воднев, А. Ф. Наумович, Н. Ф. Наумович. – Минск : Выш. шк., 1995.

*Ильин, В. А.* Основы математического анализа / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1982, 1980. – Ч. 1–2.

*Колмогоров, А. Н.* Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин – М. : Наука, 1989.

*Лаврентьев, М. А.* Методы теории функций комплексного переменного / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. – М. : Наука, 1987.

*Никольский, С. М.* Курс математического анализа / С. М. Никольский. – М. : Наука, 1990. – Т. 1–2.

Сборник задач по математическому анализу. Интегралы. Ряды / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. – М. : Наука, 1986.

Сборник задач по математическому анализу. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. – М. : Наука, 1984.

Сборник задач по математическому анализу. Функции нескольких переменных / Л. Д. Кудрявцев [и др.]. – М. : Наука, 1994.

*Свешников, А. Г.* Теория функций комплексной переменной / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов. – М. : Наука, 1979.

*Фихтенгольц, Г. М.* Курс дифференциального и интегрального исчисления / Г. М. Фихтенгольц. – М. : Наука, 1997. – Т. 1–3.

# **ГЕОМЕТРИЯ И АЛГЕБРА**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
24.09.2008 г.  
Регистрационный № ТД-Г.151/тип.

**Составители:**

**Г. П. Размыслович**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**А. В. Филипцов**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**В. М. Ширяев**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**В. В. Шлык**ов, заведующий кафедрой алгебры и геометрии Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор педагогических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 20 марта 2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27 марта 2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 24 июня 2008 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Геометрия и алгебра» знакомит студентов с основными понятиями аналитической геометрии, линейной и высшей алгебры, прикладной алгебры.

Базой для изучения данного курса являются дисциплины «Алгебра» и «Геометрия», изучаемые в средней школе.

Предмет «Геометрия и алгебра» является базовым математическим курсом и непосредственно связан с основными дисциплинами аналитического цикла, такими как «Математический анализ» и «Дифференциальные уравнения». Методы, излагаемые в курсе геометрии и алгебры, используются при изучении дисциплин «Вычислительные методы алгебры», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы численного анализа», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Методы оптимизации», а также при изучении ряда дисциплин специализаций.

Основными целями курса являются:

- во-первых, дать глубокие знания по одному из основных разделов курса высшей математики, имеющего тесную связь с многочисленными прикладными проблемами и богатые приложения;
- во-вторых, создать фундамент, необходимый для усвоения материала перечисленных выше дисциплин;
- в-третьих, сформировать одну из основных частей банка знаний специалистов университетского уровня в избранной области деятельности.

При изложении курса важно показать возможности использования аппарата геометрии и алгебры при решении как чисто теоретических, так и прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и др. Целесообразно выделить моменты построения алгоритмов полученных результатов с целью их реализации при помощи средств вычислительной техники.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- основы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве;
- основные понятия высшей алгебры;

- основы линейной алгебры;
- основы теорий чисел, групп, колец, полей и их приложения к вопросам защиты информации;

*уметь:*

- применять метод координат при исследовании алгебраических кривых и поверхностей первого и второго порядков;
- решать основные задачи теории векторных, евклидовых и унитарных пространств;
- анализировать и применять основные криптосистемы и коды;
- применять аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, теорий чисел групп, колец, полей при решении задач специальности.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 637 учебных часов, в том числе 340 аудиторных часов: лекции – 170 часов, практические занятия – 170 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
Введение	1	1	–
<b>Раздел I. Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве</b>			
1. Системы координат на прямой, плоскости и пространстве	5	3	2
2. Векторы	16	8	8
3. Прямые и плоскости	22	10	12
4. Фигуры второго порядка на плоскости и в пространстве	20	10	10
<b>Раздел II. Алгебра</b>			
5. Алгебраическая операция. Группа, кольцо, поле	8	4	4
6. Комплексные числа	12	6	6
7. Многочлены	20	10	10
8. Матрицы и определители	24	12	12
9. Векторные пространства	28	14	14
10. Системы уравнений	12	6	6
11. Линейные отображения	24	12	12
12. Полиномиальные матрицы	24	12	12
13. Квадратичные формы	20	10	10
14. Евклидовы и унитарные пространства	20	10	10
15. Изометрические и симметрические преобразования	8	4	4
16. Векторные и матричные нормы. Псевдообратная матрица	8	4	4

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
<b>Раздел III. Прикладная алгебра</b>			
17. Решение сравнений в кольце целых чисел	12	6	6
18. Группы и их гомоморфизмы	12	6	6
19. Кольца и их гомоморфизмы	8	4	4
20. Конечные поля и многочлены над ними	12	6	6
21. Пороговая схема. Алгоритмы шифрования. RSA-криптосистемы	12	6	6
22. Матричные коды	12	6	6
<b>Итого:</b>	<b>340</b>	<b>170</b>	<b>170</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Введение*

Предмет дисциплины «Геометрия и алгебра». Исторические сведения о развитии этого раздела математики. Роль и место геометрии и алгебры в системе математического образования.

### **Раздел I. Аналитическая геометрия на плоскости и в пространстве**

#### ***1. Системы координат на прямой, плоскости и пространстве***

Метод координат на прямой, плоскости и в пространстве. Прямоугольная, полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат.

#### ***2. Векторы***

Понятие вектора. Линейные операции над векторами. Скалярное, векторное и смешанное произведение векторов.

#### ***3. Прямые и плоскости***

Различные виды уравнений прямой на плоскости и в пространстве. Уравнения плоскости. Взаимное расположение прямых и плоскостей.

#### ***4. Кривые и поверхности второго порядка***

Кривые и поверхности второго порядка. Приведение уравнений линий и поверхностей второго порядка к каноническому виду.

### **Раздел II. Алгебра**

#### ***5. Алгебраическая операция. Группа, кольцо, поле***

Бинарное отношение. Отношения эквивалентности и порядка, классы эквивалентности. Алгебраическая операция. Группа. Кольцо. Поле. Изоморфизмы полей.

## **6. Комплексные числа**

Поле комплексных чисел. Алгебраическая, тригонометрическая и экспоненциальная формы комплексных чисел. Возведение в степень и извлечение корня  $n$ -ой степени из комплексного числа. Корни из единицы.

## **7. Многочлены**

Кольцо многочленов над полем. Деление с остатком. Алгоритм Евклида. Корни многочлена. Разложение многочленов на неприводимые многочлены. Интерполяция. Схема Горнера. Рациональные дроби. Многочлены над  $\mathbb{Q}$ . Неприводимые многочлены над  $\mathbb{Q}$ . Критерий Эйзенштейна.

## **8. Матрицы и определители**

Матричная алгебра. Определители. Теорема Лапласа. Обратная матрица. Системы линейных уравнений. Правило Крамера. Метод Гаусса. Матричные уравнения.

## **9. Векторные пространства**

Векторное (линейное) пространство. Линейная зависимость и независимость векторов. Базис и размерность. Подпространства. Линейные оболочки. Сумма и пересечение подпространств. Ранг системы векторов. Ранг матрицы и теорема о базисном миноре.

## **10. Системы уравнений**

Критерий совместности систем линейных уравнений. Общее решение систем линейных уравнений.

## **11. Линейные отображения**

Линейные отображения. Изоморфизм векторных пространств. Ядро и образ линейного преобразования (оператора). Невырожденное линейное преобразование. Собственные векторы и собственные значения. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Операторы простой структуры.

## **12. Полиномиальные матрицы**

Полиномиальные матрицы. Критерии эквивалентности полиномиальных матриц. Критерий подобия матриц. Минимальный многочлен. Теорема Гамильтона – Кели. Нормальные формы матриц: жорданова нормальная форма матрицы, обобщенная жорданова форма матрицы, нормальные формы Фробениуса.

## **13. Квадратичные формы**

Билинейные и квадратичные формы. Метод Лагранжа приведения квадратичной формы к каноническому виду. Критерии эквивалентности

квадратичных форм над полем  $R$  и над полем  $S$ . Приведение квадратичной формы к каноническому виду при помощи ортогональных преобразований. Критерии знакоопределенности действительных квадратичных форм. Эрмитовы формы.

#### ***14. Евклидовы и унитарные пространства***

Евклидовы и унитарные пространства. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта.

#### ***15. Изометрические и симметрические преобразования***

Изометрический оператор. Самосопряженный оператор. Разложение произвольного линейного оператора в произведение изометрического и самосопряженного операторов.

#### ***16. Векторные и матричные нормы. Псевдообратная матрица***

Векторные и матричные нормы. Эквивалентность норм. Псевдообратная матрица Мура – Пенроуза. Нормальное псевдорешение системы линейных уравнений.

### **Раздел III. Прикладная алгебра**

#### ***17. Решение сравнений в кольце целых чисел***

Кольцо целых чисел, НОК, НОД. Алгоритм Евклида. Взаимно простые числа, простые числа, факторизация. Сравнения первой степени, системы сравнений первой степени, функция Эйлера, теорема Эйлера. Первообразные корни и индексы.

#### ***18. Группы и их гомоморфизмы***

Нормальные подгруппы и факторгруппы. Гомоморфизмы групп. Циклические группы. Основы теории абелевых групп. Действие группы на множестве. Орбиты и стабилизаторы точек. Действие группы на смежных классах по подгруппе.

#### ***19. Кольца и их гомоморфизмы***

Гомоморфизмы и идеалы колец. Факторкольца. Разложение колец в прямую сумму неразложимых идеалов.

#### ***20. Конечные поля и многочлены над ними***

Поля и их характеристики. Алгебраические расширения полей. Поле разложения. Строение конечных полей. Многочлены над конечными полями. Порядок многочлена и примитивные многочлены.

#### ***21. Пороговая схема. Алгоритмы шифрования. RSA-криптосистема***

Пороговая схема на основе CRT. Распределение ключей по Диффи — Хелмену. Структура алгоритмов DES, ГОСТ, IDEA. Структура обратных

преобразований, роль инволюций. RSA-криптосистема и система цифровой подписи на ее основе.

## **22. Матричные коды**

Групповые коды. Матричные коды. Расстояние Хемминга. Кодировочная и проверочная матрицы. Лидеры и синдромы смежных классов. Коды Хемминга. Полиномиальные коды, линейные рекурренты. Максимальный период. Регистры сдвига с прямой и обратной связью.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

- Биркгоф, Г.* Современная прикладная алгебра / Г. Биркгоф, Т. Барти. – М. : 2005.
- Ильин, В. А.* Аналитическая геометрия / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1974.
- Ильин, В. А.* Линейная алгебра / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – М. : Наука, 1981.
- Лидл, Р.* Конечные поля / Р. Лидл, Р. М. Нидеррайтер. – 1989.
- Милованов, М. В.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия / М. В. Милованов, Р. И. Тышкевич, А. С. Феденко. – Минск : Выш. шк., 1984. – Ч. II.
- Милованов, М. В.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия / М. В. Милованов, Р. И. Тышкевич, А. С. Феденко. – Минск : Выш. шк., 1976. – Ч. I.
- Размыслович, Г. П.* Геометрия и алгебра / Г. П. Размыслович, М. М. Феденя, В. М. Ширяев. – Минск : Университетское, 1987.
- Размыслович, Г. П.* Сборник задач по геометрии и алгебре / Г. П. Размыслович, М. М. Феденя, В. М. Ширяев. – Минск : Университетское, 1999.
- Сборник задач по алгебре и аналитической геометрии / А. А. Бурдун [и др.]. – Минск : Университетское, 1989.
- Тышкевич, Р. И.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия / Р. И. Тышкевич, А. С. Феденко. – Минск : Выш. шк., 1976.
- Харин, Ю. С.* Математические и компьютерные способы криптографии / Ю. С. Харин. – Минск : 2003.
- Шнеперман, Л. Б.* Курс алгебры и теории чисел в задачах и упражнениях : в 2 т. / Л. Б. Шнеперман. – Минск : Выш. шк., 1987. – Т. 2.
- Шнеперман, Л. Б.* Курс алгебры и теории чисел в задачах и упражнениях : в 2 т. / Л. Б. Шнеперман. – Минск : Выш. шк., 1986. – Т. 1.

### **Дополнительная**

- Беклемишев, Д. В.* Курс аналитической геометрии и линейной алгебры / Д. В. Беклемишев. – М. : Наука, 1984.
- Брассар, Т.* Современная криптология / Т. Брассар. – М. : Полимед, 1999.
- Воеводин, В. В.* Вычислительные основы линейной алгебры / В. В. Воеводин. – М. : Наука, 1977.
- Гантмахер, Ф. Р.* Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – 2-е изд. – М. : ГИТЛ, 1975.

*Клетеник, Д. В.* Сборник задач по аналитической геометрии / Д. В. Клетеник. – М. : Наука, 1980.

*Кострикин, А. И.* Линейная алгебра и геометрия / А. И. Кострикин, Ю. И. Манин. – М. : Наука, 1986.

*Курош, А. Г.* Курс высшей алгебры / А. Г. Курош. – М. : Наука, 1975.

*Проскураков, И. В.* Сборник задач по линейной алгебре / И. В. Проскураков. – М. : Наука, 1978.

*Фаддеев, Д. Н.* Сборник задач по высшей алгебре / Д. Н. Фаддеев, И. С. Сомицкий. – М. : Наука, 1977.

*Яценко, В. В.* Введение в криптографию / В. В. Яценко. – М. : МЦНМО, 2001.

# **ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

## **Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
24.09.2008 г.  
Регистрационный № ТД-G.152/тип.

**Составители:**

**М. К. Буза**, профессор кафедры математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор;

**В. П. Дубков**, старший преподаватель кафедры математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета;

**С. И. Кашкевич**, доцент кафедры математического обеспечения АСУ Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**В. Ю. Сакович**, ассистент кафедры математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета.

**Рецензенты:**

кафедра вычислительных методов и программирования Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**А. И. Павловский**, профессор кафедры прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», профессор, кандидат физико-математических наук.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 19.02.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27.03.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 24.06.2008 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Программирование» ориентирована на обучение студентов базовым знаниям, умениям и навыкам в области программирования. Изучаемые темы базируются на использовании современных информационных технологий, новейшего программного и технического обеспечения компьютеров.

Дисциплина «Программирование» ориентирована на подготовку специалиста, умеющего проектировать эффективные алгоритмы решения поставленной задачи, выбирать наиболее подходящие структуры данных, программные и технические средства его реализации, с учетом операционного окружения разрабатывать программные приложения, отвечающие современным требованиям и новейшим компьютерным технологиям.

Изучение программирования преследует две основные цели: во-первых, дать студентам базу, необходимую для усвоения материала последующих учебных дисциплин в области информатики, и, во-вторых, сформировать составную часть банка знаний, необходимого студентам для успешной дальнейшей работы.

При построении курса «Программирование» рекомендуется использовать современные технологии разработки программ, в частности, объектно ориентированная и визуально-событийная.

Основой для обучения программированию является курс информатики, изучаемый в базовой и средней школе.

При изложении курса важно показать возможности использования инструментария программирования при решении прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и производства.

Дисциплина «Программирование» непосредственно связана с параллельно изучаемыми дисциплинами: «Математический анализ», «Геометрия и алгебра», «Дискретная математика и математическая логика» и другими предметами аналитического цикла, предусмотренными учебным планом специальности. Методы и формулы, излагаемые в указанных курсах, используются для проектирования алгоритмов и программных приложений.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

– основные понятия и принципы обработки информации, основы организации компьютерной обработки информации;

– современные информационные технологии разработки программного обеспечения компьютеров и компьютерных сетей;

*уметь:*

– использовать современные технологии разработки программ;  
 – строить эффективные алгоритмы решения поставленной задачи, выбирать наиболее подходящие структуры данных, программные и технические средства его реализации, с учетом операционного окружения разрабатывать программные приложения, отвечающие современным компьютерным технологиям и требованиям.

Сформированные компетенции в области программирования являются базовыми при изучении всех дисциплин специализаций, при выполнении курсовых и дипломных работ, а также используются как инструмент для моделирования и компьютерного решения задач математических дисциплин «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные методы алгебры», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Методы численного анализа», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики».

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» программа предусматривает для изучения дисциплины 687 учебных часов, в том числе 374 аудиторных часа: лекции – 154 часа, лабораторные занятия – 220 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел I. Основы программирования</b>			
1. Введение	2	2	–
2. Языки программирования: синтаксис и семантика	4	2	2
3. Данные	14	6	8
4. Методы	12	4	8
5. Пользовательские типы данных	14	6	8
6. Модульная структура приложения	8	4	4
7. Проектирование структур данных	20	8	12
8. Этапы разработки программ	4	2	2
<b>Раздел II. Объектно ориентированное программирование</b>			
9. Абстрактные типы и классы	44	20	24
10. Шаблоны	12	4	8

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
11. Библиотеки классов	22	10	12
<b>Раздел III. Разработка приложений, поддерживающих графический интерфейс пользователя(GUI)</b>			
12. Разработка приложений на основе функций операционной системы	16	4	12
13. Графический интерфейс	32	12	20
14. Оконные элементы управления	38	18	20
<b>Раздел IV. Принципы функционирования микропроцессоров</b>			
15. Архитектура компьютера	8	4	4
16. Машинно-ориентированный язык	44	20	24
17. Система прерываний	8	4	4
<b>Раздел V. Платформонезависимые языки программирования</b>			
18. Язык программирования Java	48	16	32
19. Декларативные языки	24	8	16
<b>Итого:</b>	<b>374</b>	<b>154</b>	<b>220</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел I. Основы программирования

#### *1. Введение*

Компьютер и его программное обеспечение. Операционные системы и среды. Информация и кодирование информации.

Алгоритм и его свойства. Формализации понятия «алгоритм». Принципы разработки алгоритмов.

Основные парадигмы программирования: структурное, модульное, объектно ориентированное, императивное, функциональное, параллельное программирование.

#### *2. Языки программирования: синтаксис и семантика*

Классификация языков программирования. Описание языков программирования: нормальная форма Бекуса, синтаксические диаграммы. Алфавит, синтаксис, семантика языка программирования.

#### *3. Данные*

Предопределенные типы данных, переменные, константы, выражения. Приведение типов.

#### ***4. Методы***

Основные управляющие структуры и операторы. Модульное программирование. Процедуры и функции. Параметры. Модульная структура приложений и типы модулей. Организация ввода - вывода.

#### ***5. Пользовательские типы данных***

Массивы. Структуры. Строки. Указатели. Динамические объекты.

#### ***6. Модульная структура приложения***

Структура многомодульного приложения. Директивы препроцессора. Пространство имен. Динамические библиотеки: построение и использование динамических библиотек.

#### ***7. Проектирование структур данных***

Структурированные данные. Списки, стеки, очереди.

Способы упорядочения информации. Поиск. Сравнительный анализ методов поиска и методов сортировки.

#### ***8. Этапы разработки программ***

Основные этапы разработки и сопровождения программ.

Методы тестирования и отладки программ. Типы ошибок и их обработка на этапах проектирования, трансляции, выполнения. Доказательство правильности программ.

### **Раздел II. Объектно ориентированное программирование**

#### ***9. Абстрактные типы и классы***

Класс как абстрактный тип, классы и объекты. Члены класса, доступ. Конструкторы, деструкторы. Наследование, множественное наследование. Полиморфизм и виртуальные функции. Абстрактные классы.

Объектная модель ввода – вывода. Потоки ввода – вывода. Форматирование и состояние потока.

Обработка исключительных ситуаций.

#### ***10. Шаблоны***

Шаблоны функций. Шаблоны классов.

#### ***11. Библиотеки классов***

Использование библиотек стандартных классов: контейнеры, итераторы, функциональные объекты, алгоритмы.

## **Раздел III. Разработка приложений, поддерживающих графический интерфейс пользователя (GUI)**

### ***12. Разработка приложений на основе функций операционной системы***

Структура приложения и его проектирование на основе функций операционной системы. Обработка сообщений. Обработка сообщений клавиатуры и мыши.

### ***13. Графический интерфейс***

Элементы графического интерфейса и его проектирование.

### ***14. Оконные элементы управления***

Проектирование интерфейса окна: меню, панель инструментов, строка статуса.

Кнопки, редакторы, списки. Организация обмена информацией между органами управления и окнами.

Диалоговые окна и организация обмена информацией между органами управления и диалоговыми окнами. Стандартные диалоги.

Использование библиотек среды разработки для создания приложений.

## **Раздел IV. Принципы функционирования микропроцессоров**

### ***15. Архитектура компьютера***

Архитектура и структурная схема компьютера. Модель микропроцессора. Организация сегментированной памяти. Представление информации в оперативной памяти компьютера. Основные сведения о машинном языке. Режимы работы процессора.

### ***16. Машинно-ориентированный язык***

Структура программы. Директивы: сегментации, описания процедур, определения данных, эквивалентности и присваивания. Общая структура машинных команд. Режимы адресации и форматы команд. Система команд.

Организация взаимосвязей между модулями, написанными на языках высокого уровня и на языке Ассемблера.

### ***17. Система прерываний***

Типы прерываний и организация обработки прерываний в реальном режиме.

## **Раздел V. Платформо-независимые языки программирования**

### ***18. Язык программирования Java***

Классы, типы операции. Наследование, полиморфизм и интерфейсы.

Апплеты и приложения.  
Обработка командной строки. Контейнеры данных.  
Модель обработки событий. Обработка событий мыши и клавиатуры.  
Обработка исключительных ситуаций.  
Проектирование интерфейса средствами библиотек AWT и JFC Swing.

### **19. Декларативные языки**

Использование HTML. Структура документа, форматирование, заголовки. Списки, таблицы. Фреймы, стили. Формы, элементы ввода на формах.

Использование XML. Структура документа. Определение тегов. Технологии разбора (parsers). Технологии проверки корректности (DTD, XML-схемы).

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Зубков, С. В.* Assembler для DOS, Windows и UNIX для программистов / С. В. Зубков. – СПб. : Питер, 2004.

*Павловская, Т. А.* C/C++. Программирование на языке высокого уровня : учебник для студентов вузов, обуч. по напр. «Информатика и вычислительная техника» / Т. А. Павловская. – СПб. : Питер, 2006.

*Финогенов, К. Г.* Win32. Основы программирования / К. Г. Финогенов. – М. : Изд-во ДИАЛОГ-МИФИ, 2002.

*Хорстманн, К. С.* Java 2. Библиотека профессионала : в 2 т. / К. С. Хорстманн, Г. Корнелл ; пер. с англ. – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2007. – Т. 2 : Тонкости программирования.

*Хорстманн, К. С.* Java 2. Библиотека профессионала : в 2 т. / К. С. Хорстманн, Г. Корнелл ; пер. с англ. – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2007. – Т. 1 : Основы программирования.

*Юров, В.* Assembler : учебник / В. Юров. – СПб. : Питер, 2000.

### **Дополнительная**

*Вирт, Н.* Алгоритмы и структуры данных = Algorithms and Data Structures : с примерами на Паскале / Н. Вирт ; пер. с англ. Д. Б. Подшивалова. – 2-е изд., испр. – СПб. : Невский Диалект, 2005.

*Ганеев, Р.* Проектирование интерфейса пользователя средствами Win32 / Р. Ганеев. – АРІ Горячая Линия – Телеком, 2006.

*Грегори, К.* Использование Visual C++.NET : Специальное издание : пер. с англ. / К. Грегори ; под ред. Г. П. Петриковца. – М. : Вильямс, 2003.

*Керниган, Б.* Язык программирования C = Programming Language C / Б. Керниган, Д. Ритчи ; пер. с англ. и ред. В. Л. Бродового. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Вильямс, 2006.

*Лафоре, З.* Объектно ориентированное программирование в С++ = Object-Oriented Programming in С++ / Р. Лафоре ; пер. с англ. А. Кузнецова, М. Назарова, В. Шрага. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2005.

*Ноутон, П.* Java 2 в подлиннике / П. Ноутон, Г. Шилдт. – М. : ВНУ, 2005.

*Пирогов, В. Ю.* Ассемблер / В. Ю. Пирогов. – СПб. : ВНУ, 2003.

*Побегайло, А. П.* С/С++ для студента / А. П. Побегайло. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006.

Программирование на Microsoft Visual С++6.0 = Programming Microsoft Visual С++6.0 ; пер. с англ. / Д. Дж. Круглински, С. Уингоу, Дж. Шеферд. – 5-е изд. – М.; СПб. : Русская редакция: Питер, 2003.

*Сергеев, А. П.* HTML и XML. Профессиональная работа / А. П. Сергеев. – М. : Диалектика, 2004.

*Страуструп, Б.* Язык программирования С++ = The С++ Programming Language / Б. Страуструп ; пер. с англ. С. Анисимова, М. Кононова ; под ред. Ф. Андреева, А. Ушакова. – Специальное издание [с авторскими изменениями и дополнениями]. – М. : Бином, 2005.

# **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.269/тип.

**Составители:**

**С. А. Мазаник**, заведующий кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**Л. А. Альсевич**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Ю. Б. Сыроид**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Н. А. Изобов**, заведующий отделом дифференциальных уравнений Института математики НАН Беларуси, академик НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой высшей математики Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 3.06.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» знакомит студентов с основными методами интегрирования и исследования дифференциальных уравнений, а также с методами построения дифференциальных моделей детерминированных процессов.

Курс основывается на дисциплинах «Математический анализ», «Геометрия и алгебра» и, в свою очередь, является базовым для изучения предметов аналитического цикла, предусмотренных учебным планом специальности. Материал, излагаемый в курсе дифференциальных уравнений, используется при изучении дисциплин «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Методы оптимизации», «Уравнения математической физики» «Методы численного анализа», а также при изучении ряда дисциплин специализаций.

Изучение дифференциальных уравнений преследует две основные цели: во-первых, сформировать составную часть банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы; во-вторых, дать студентам базу, необходимую для усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин.

При изложении курса важно показать возможности использования аппарата дифференциальных уравнений при решении прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики. Целесообразно выделить моменты построения математических моделей естественных процессов с целью их последующего изучения, а также обратить внимание на алгоритмические аспекты получаемых результатов.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- методы интегрирования линейных стационарных дифференциальных уравнений и систем;
- методы интегрирования элементарных дифференциальных уравнений;
- условия существования и единственности решения задачи Коши;
- понятия первого интеграла и базиса первых интегралов;
- основные понятия теории устойчивости;

- схему построения решений линейных однородных и квазилинейных уравнений с частными производными первого порядка;
- принципы построения дифференциальных моделей;

*уметь:*

- использовать методы Лагранжа, Коши, Эйлера при построении общего решения и решения задачи Коши линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами;
- интегрировать элементарные дифференциальные уравнения;
- находить первые интегралы и строить их базис для нелинейных дифференциальных систем;
- исследовать устойчивость и асимптотическую устойчивость решений дифференциальных уравнений и систем;
- интегрировать линейные однородные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка;
- строить и исследовать дифференциальные модели эволюционных процессов.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» программа предусматривает для изучения дисциплины 245 учебных часов, в том числе 136 аудиторных часов: лекции – 68 часов, практические занятия – 68 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
1. Введение	4	2	2
<b>Раздел I. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами</b>			
2. Однородные линейные дифференциальные уравнения $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами	10	6	4
3. Фазовая плоскость однородного линейного уравнения второго порядка	4	2	2
4. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения	12	4	8
5. Исследование дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	4	2	2
<b>Раздел II. Линейные дифференциальные системы с постоянными коэффициентами</b>			
6. Однородные линейные векторные уравнения размерности $n$ (однородные линейные системы)	10	4	6

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
7. Неоднородные линейные векторные уравнения размерности $n$	12	6	6
8. Фазовая плоскость однородного линейного векторного уравнения размерности 2	4	2	2
9. Исследование линейных векторных уравнений	6	2	4
<b>Раздел III. Элементарные дифференциальные уравнения</b>			
10. Основные типы элементарных уравнений	14	6	8
11. Уравнения первого порядка в общей форме	8	4	4
<b>Раздел IV. Общая теория дифференциальных уравнений</b>			
12. Существование и единственность решения задачи Коши	6	4	2
13. Первые интегралы	6	2	4
14. Линейные уравнения с переменными коэффициентами	2	2	–
15. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости решений нелинейных систем	4	2	2
16. Колеблемость решений линейных уравнений второго порядка	4	2	2
17. Автономные системы на плоскости	2	2	–
18. Линейные уравнения Эйлера	8	4	4
19. Линейные уравнения с голоморфными коэффициентами	6	4	2
20. Нелинейные векторные уравнения с голоморфными коэффициентами	2	2	–
<b>Раздел V. Уравнения с частными производными первого порядка</b>			
21. Интегрирование уравнений с частными производными	8	4	4
<b>Итого:</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>68</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *1. Введение*

Математические модели детерминированных процессов и явлений в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Принципы по-

строения математических моделей. Основные понятия и задачи теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

## **Раздел I. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами**

### ***2. Однородные линейные дифференциальные уравнения $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами***

Структура множества решений и фундаментальная система решений (базис) однородного уравнения. Вронскиан. Общее решение. Алгоритм интегрирования однородных уравнений.

### ***3. Фазовая плоскость однородного линейного уравнения второго порядка***

Фазовые графики. Классификация точек покоя. Прямая покоя.

### ***4. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения***

Общее решение. Метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа). Функция Коши линейного дифференциального оператора. Метод Коши интегрирования неоднородных уравнений. Уравнения с правой частью в виде квазиполинома. Метод Эйлера интегрирования неоднородных уравнений.

### ***5. Исследование дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами***

Зависимость решений от начальных данных, устойчивость и асимптотическая устойчивость решений по Ляпунову. Критерий Рауса – Гурвица.

## **Раздел II. Линейные дифференциальные системы с постоянными коэффициентами**

### ***6. Однородные линейные векторные уравнения размерности $n$ (однородные линейные системы)***

Фундаментальная (базисная) матрица решений. Общее решение. Метод Эйлера разрешения однородных систем. Экспоненциальное представление решений.

### ***7. Неоднородные линейные векторные уравнения размерности $n$***

Общее решение. Метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа). Матрица Коши, метод Коши интегрирования неоднородных систем.

### ***8. Фазовая плоскость однородного линейного векторного уравнения размерности 2***

Фазовые графики. Классификация точек покоя.

### ***9. Исследование линейных векторных уравнений***

Зависимость решений от начальных данных, устойчивость и асимптотическая устойчивость решений по Ляпунову.

## **Раздел III. Элементарные дифференциальные уравнения**

### ***10. Основные типы элементарных уравнений***

Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения, сводящиеся к линейным. Уравнение Риккати.

### ***11. Уравнения первого порядка в общей форме***

Задача Коши. Методы интегрирования. Задача об изогональных траекториях. Общие, особые и составные решения. Уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка уравнения.

## **Раздел IV. Общая теория дифференциальных уравнений**

### ***12. Существование и единственность решения задачи Коши***

Задача Коши. Существование и единственность решения задачи Коши. Сравнение решений и продолжительность решений. Зависимость решений от начальных данных и параметров.

### ***13. Первые интегралы***

Интегрируемые комбинации. Базис первых интегралов. Системы в симметрической форме.

### ***14. Линейные уравнения с переменными коэффициентами***

Задача Коши и ее однозначная разрешимость. Фундаментальная система решений. Системы линейных уравнений с периодическими коэффициентами. Приводимость по Ляпунову. Системы Лаппо – Данилевского.

### ***15. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости решения нелинейных систем***

Устойчивость и асимптотическая устойчивость по Ляпунову. Устойчивость по первому приближению.

### ***16. Колеблемость решений линейных уравнений второго порядка***

Каноническая форма однородного уравнения второго порядка. Колеблющиеся и неколеблющиеся решения. Признак неколеблемости решений. Теорема Штурма.

### ***17. Автономные системы на плоскости***

Точки покоя и предельные циклы.

### **18. Линейные уравнения Эйлера**

Приводимость уравнения Эйлера к линейному уравнению с постоянными коэффициентами. Представление решения уравнения Эйлера в виде степенного ряда.

### **19. Линейные уравнения с голоморфными коэффициентами**

Формальные ряды и формальные решения. Существование голоморфных решений. Уравнение Бесселя.

### **20. Нелинейные векторные уравнения с голоморфными коэффициентами**

Существование и единственность решения задачи Коши. Теорема Коши.

## **Раздел V. Уравнения с частными производными первого порядка**

### **21. Интегрирование уравнений с частными производными**

Классификация уравнений с частными производными первого порядка: линейные и квазилинейные уравнения. Постановка задачи Коши и схема ее решения.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Альсевич, Л. А.* Практикум по дифференциальным уравнениям / Л. А. Альсевич, С. А. Мазаник, Л. П. Черенкова. – Минск : БГУ, 2000. – 311 с.

*Богданов, Ю. С.* Дифференциальные уравнения / Ю. С. Богданов, Ю. Б. Сыроид. – Минск : Выш. шк., 1983. – 239 с.

*Богданов, Ю. С.* Курс дифференциальных уравнений / Ю. С. Богданов, С. А. Мазаник, Ю. Б. Сыроид. – Минск : Университетское, 1996. – 287 с.

*Матвеев, Н. М.* Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений / Н. М. Матвеев. – Минск : Выш. шк., 1974. – 766 с.

*Матвеев, Н. М.* Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Н. М. Матвеев. – Минск : Выш. шк., 1974.

*Петровский, И. Г.* Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений / И. Г. Петровский. – М. : Наука, 2003. – 272 с.

*Тихонов, А. Н.* Дифференциальные уравнения / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильев, А. Г. Свешников. – М. : Физматлит, 2002. – 254 с.

*Федорюк, М. В.* Обыкновенные дифференциальные уравнения / М. В. Федорюк. – М. : Наука, 1980. – 350 с.

*Филиппов, А. Ф.* Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов. – М. : Наука, 1992. – 127 с.

### **Дополнительная**

*Богданов, Ю. С.* Лекции по дифференциальным уравнениям / Ю. С. Богданов. – Минск : Выш. шк., 1977. – 240 с.

*Изобов, Н. А.* Введение в теорию показателей Ляпунова / Н. А. Изобов. – Минск : БГУ, 2006. – 319 с.

*Камке, Э.* Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке. – М. : Наука, 1976. – 576 с.

*Пономарев, К. К.* Составление дифференциальных уравнений / К. К. Пономарев. – Минск : Выш. шк., 1973. – 560 с.

*Понтрягин, Л. С.* Обыкновенные дифференциальные уравнения / Л. С. Понтрягин. – М. : Наука, 1982. – 332 с.

# **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АЛГЕБРЫ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.268/тип.

### **Составитель**

**А. В. Самусенко**, доцент кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **Рецензенты:**

кафедра вычислительных методов и программирования Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Л. А. Янович**, главный научный сотрудник отдела нелинейного и стохастического анализа Института математики Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

### **Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой вычислительной математики Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 21.10.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Вычислительные методы алгебры» посвящена изложению основ теории вычислительных алгоритмов линейной алгебры и аспектов их практического использования.

Изучение дисциплины ставит своей целью обучение студентов теоретическим основам методов решения задач линейной алгебры и состоит из нескольких этапов: ознакомление студентов с основными математическими моделями линейной алгебры, возникающими при решении прикладных задач в различных областях естествознания; теоретическое исследование численных методов и алгоритмов решения рассматриваемых задач; закрепление материала путем решения типовых задач и упражнений; практическая реализация алгоритмов с привлечением современной вычислительной техники.

Задачи дисциплины: формирование у студентов твердых навыков в выборе алгоритма для решения конкретной задачи (ориентируясь на теоретические характеристики данного алгоритма) и приобретение практического опыта при решении типовых задач.

Дисциплина «Вычислительные методы алгебры» непосредственно связана с дисциплинами «Геометрия и алгебра», «Математический анализ», является базовой для дисциплины «Методы численного анализа» и ряда дисциплин специализаций.

В результате изучения дисциплины выпускник должен

*знать:*

- основные методы решения систем линейных алгебраических уравнений и нахождения собственных значений и собственных векторов;
- методы исследования свойств приближенных алгоритмов линейной алгебры;

*уметь:*

- решать с применением компьютеров основные задачи линейной алгебры, возникающие в различных областях естествознания.

В соответствии с типовым учебным планом по специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

## Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
<b>Раздел I. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений</b>			
2. Обусловленность	4	2	2
3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений	22	10	12
4. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	20	10	10
<b>Раздел II. Методы решения задач на собственные значения</b>			
5. Полная проблема собственных значений	12	6	6
6. Частичная проблема собственных значений	8	4	4
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *1. Введение*

Предмет «Вычислительные методы алгебры» и основные задачи, излагаемые в указанном курсе.

### **Раздел I. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений**

#### *2. Обусловленность*

Общая характеристика проблем решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), решения задач на собственные значения, понятий корректности и устойчивости СЛАУ. Устойчивость решения СЛАУ по правой части и коэффициентная устойчивость. Число обусловленности матрицы и его свойства. Хорошо обусловленные и плохо обусловленные СЛАУ. Геометрическая интерпретация понятия обусловленности. Метод регуляризации.

#### *3. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений*

Общая характеристика прямых методов решения СЛАУ. Теорема об LU-разложении. Схема единственного деления и ее связь с теоремой об LU-разложении. Методы Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обращение матриц с помощью метода Гаусса. Ме-

тод квадратного корня. Метод Жордана обращения матриц. Диагонально доминирующие матрицы. Ортогональные преобразования. Методы отражений, вращений и ортогонализации. Метод прогонки решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей. Связь метода прогонки с методом Гаусса. Теорема о корректности метода прогонки. Методы правой, встречной и циклической прогонки. Теорема о корректности метода циклической прогонки

#### ***4. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений***

Общая характеристика итерационных методов решения СЛАУ. Сходимость матричной геометрической прогрессии. Градиент функционала. Методы простой итерации и Зейделя. Теоремы сходимости. Элементы теории двухслойных итерационных методов. Основная теорема сходимости. Методы Якоби, Гаусса – Зейделя и релаксации. Оптимизация сходимости итерационных процессов. Итерационные методы вариационного типа и теоремы их сходимости.

### **Раздел II. Методы решения задач на собственные значения**

#### ***5. Полная проблема собственных значений***

Общая постановка задачи на собственные значения. Устойчивость задачи на собственные значения. Методы Данилевского, Крылова, Леверье и видоизменение Фаддеева. Прямые методы отражений и вращений. Итерационный метод вращений. QR-алгоритм. Метод бисекций решения полной проблемы собственных значений.

#### ***6. Частичная проблема собственных значений***

Степенной метод вычисления наибольшего по модулю собственного значения и его модификации. Метод обратных итераций. Метод  $\lambda$ -разности. Ускорение сходимости степенного метода.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Бахвалов, Н. С.* Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Бином, 2004. – 636 с.

*Воеводин, В. В.* Вычислительные основы линейной алгебры / В. В. Воеводин. – М. : Наука, 1977. – 304 с.

*Калиткин, Н. Н.* Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

*Крылов, В. И.* Вычислительные методы: в 2 т. / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырный. – М. : Наука, 1976. – Т 1. – 304 с.

*Крылов, В. И.* Вычислительные методы высшей математики : в 2 т. / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырный. – Минск : Выш. шк., 1972. – Т 1. – 584 с.

*Самарский, А. А.* Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М. : Наука, 1989. – 432 с.

*Фаддеев, Д. К.* Вычислительные методы линейной алгебры / Д. К. Фаддеев. – М. : Физматгиз, 1963. – 734 с.

### **Дополнительная**

*Бахвалов, Н. С.* Численные методы в задачах и упражнениях / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. – М. : Высш. шк., 2000. – 190 с.

*Воеводин, В. В.* Матрицы и вычисления / В. В. Воеводин, Ю. А. Кузнецов. – М. : Наука, 1984. – 320 с.

*Гантмахер, Ф. Р.* Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – М. : Наука, 1967. – 576 с.

*Годунов, С. К.* Решение систем линейных уравнений / С. К. Годунов. – Новосибирск : Наука, 1980. – 177 с.

*Голуб, Дж.* Матричные вычисления / Дж. Голуб, Ч. Ван Лоун. – М. : Мир, 1999. – 548 с.

*Коновалов, А. Н.* Введение в вычислительные методы линейной алгебры / А. В. Коновалов. – Новосибирск : НГУ, 1983. – 84 с.

*Парлетт, Б.* Симметричная проблема собственных значений. Численные методы / Б. Парлетт. – М. : Мир, 1983. – 384 с.

*Самарский, А. А.* Введение в численные методы / А. А. Самарский. – М. : Наука, 1987. – 288 с.

*Самарский, А. А.* Методы решения сеточных уравнений / А. А. Самарский, Е. С. Николаев. – М. : Наука, 1978. – 592 с.

*Стренг, Г.* Линейная алгебра и ее применение / Г. Стренг. – М. : Мир, 1980. – 454 с.

*Уилкинсон, Дж. Х.* Алгебраическая проблема собственных значений / Дж. Х. Уилкинсон. – М. : Наука, 1970. – 564 с.

# **ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
16.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.284/тип.

**Составители:**

**Г. А. Медведев**, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**Ю. С. Харин**, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных Белорусского государственного университета, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор;

**Н. М. Зуев**, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**П. М. Лаппо**, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра прикладной математики и экономической кибернетики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»;

**М. А. Маталыцкий**, заведующий кафедрой стохастического анализа и эконометрии Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»; доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 18.11.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика» знакомит студентов с основными методами построения и анализа математических моделей случайных явлений.

Основой для изучения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» являются курсы «Математический анализ», «Геометрия и алгебра», «Вычислительные методы алгебры», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения».

Целью является изложение основных сведений о построении и анализе математических моделей, учитывающих случайные факторы. Следует обратить особое внимание на то, чтобы студенты хорошо усвоили фундаментальные понятия теории вероятностей, а также овладели основными методами постановки и решения задач математической статистики.

Задачами изучения дисциплины являются освоение фундаментальных понятий теории вероятностей и математической статистики, овладение основными методами постановки и решения задач математической статистики, а также методами исследования случайных процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен

*знать:*

- аксиомы теории вероятностей;
- определения и свойства случайных величин и их функций распределений;
- формулы преобразования распределений при функциональных преобразованиях случайных величин;
- определения и свойства математического ожидания, дисперсии;
- определения и свойства условного математического ожидания;
- определение и свойства характеристической функции;
- виды и условия сходимостей последовательностей случайных величин;
- основные предельные теоремы;
- понятия, используемые в статистическом оценивании параметров;
- методы построения точечных и интервальных статистических оценок;
- методы статистической проверки гипотез;
- методы оценивания коэффициентов полиномиальной регрессии;

- основные понятия теории случайных процессов и их основные характеристики;
- спектральные и корреляционные представления случайных процессов;
- основные понятия, связанные с дифференцированием и интегрированием случайных процессов;
- основные понятия теории стохастических дифференциальных уравнений, определение интеграла Ито;
- основные свойства процессов с независимыми приращениями;

*уметь:*

- вычислять вероятности сложных событий;
- находить функции распределения случайных величин и плотности вероятностей случайных величин;
- определять характеристические функции;
- находить числовые характеристики случайных величин;
- исследовать сходимость последовательностей случайных величин;
- применять предельные теоремы;
- строить точечные и интервальные статистические оценки неизвестных параметров, исследовать их свойства;
- осуществлять статистическую проверку гипотез;
- строить уравнения регрессии;
- определять спектральные плотности и корреляционные функции случайных процессов;
- определять числовые характеристики случайных процессов;
- вычислять интегралы Ито;
- находить решения стохастических дифференциальных уравнений.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 390 учебных часов, в том числе 204 аудиторных часа: лекции – 102 часа, практические занятия – 102 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
<b>Раздел I. Теория вероятностей</b>			
1. Основные понятия теории вероятностей	12	6	6
2. Случайные величины	16	8	8
3. Математическое ожидание	20	10	10

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
4. Числовые характеристики функций случайных величин	20	10	10
5. Сходимость последовательностей случайных величин	16	8	8
6. Характеристическая функция	8	4	4
7. Предельные теоремы	16	8	8
<b>Раздел II. Математическая статистика</b>			
8. Выборки и точечные оценки	12	6	6
9. Методы построения точечных и интервальных оценок	12	6	6
10. Проверка статистических гипотез	16	8	8
<b>Раздел III. Случайные процессы</b>			
11. Основные понятия теории случайных процессов	8	4	4
12. Процессы с независимыми приращениями	12	6	6
13. Цепи Маркова	12	6	6
14. Процессы с конечными моментами второго порядка	12	6	6
15. Стационарные в широком смысле случайные процессы	12	6	6
<b>Итого:</b>	<b>204</b>	<b>102</b>	<b>102</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел I. Теория вероятностей

#### *1. Основные понятия теории вероятностей*

Случайный эксперимент. Понятие о вероятности. Простейшие вероятностные модели. Математическая модель случайного эксперимента. Условные вероятности. Независимость событий. Формулы полной вероятности и Байеса.

#### *2. Случайные величины*

Одномерные случайные величины и их функции распределения. Типы случайных величин. Многомерные случайные величины. Функциональные преобразования случайных величин. Формула преобразования плотностей.

### ***3. Математическое ожидание***

Математическое ожидание дискретных случайных величин. Интегралы Лебега – Стильтьеса и Римана – Стильтьеса. Математическое ожидание произвольных случайных величин и формулы для его вычисления.

### ***4. Числовые характеристики функций случайных величин***

Математическое ожидание функций случайных величин. Моменты случайных величин. Дисперсия. Коэффициент корреляции. Смешанные моменты и семиинварианты.

### ***5. Сходимость последовательностей случайных величин***

Виды сходимости последовательностей случайных величин и их критерии. Соотношения между видами сходимости. Теорема единственности.

### ***6. Характеристическая функция***

Характеристическая функция и ее свойства. Слабая сходимость распределений и теоремы Хелли. Теорема непрерывности для характеристических функций.

### ***7. Предельные теоремы***

Закон больших чисел. Критерий и достаточные условия выполнимости закона больших чисел. Усиленный закон больших чисел. Неравенство Гаека – Реньи. Теоремы Колмогорова об условиях выполнимости закона больших чисел. Центральная предельная теорема и ее следствия.

## **Раздел II. Математическая статистика**

### ***8. Выборки и точечные оценки***

Выборки и выборочные характеристики. Основные понятия теории точечного оценивания. Неравенства информации Крамера – Рао. Эффективные оценки. Достаточные статистики.

### ***9. Методы построения точечных и интервальных оценок***

Метод моментов. Метод максимального правдоподобия. Метод наименьших квадратов. Свойства оценок метода наименьших квадратов в линейном случае. Байесовский метод. Доверительный интервал. Методы построения интервальных оценок.

### ***10. Проверка статистических гипотез***

Основные понятия теории статистической проверки гипотез. Лемма Неймана – Пирсона. Проверка гипотез о параметрах нормального распределения. Дисперсионный анализ. Последовательный анализ Вальда. Критерии согласия. Полиномиальная регрессия.

### **Раздел III. Случайные процессы**

#### ***11. Основные понятия теории случайных процессов***

Способы задания случайных процессов. Эквивалентные, тождественные и сепарабельные случайные процессы. Классификация случайных процессов. Непрерывность траекторий случайного процесса.

#### ***12. Процессы с независимыми приращениями***

Вид характеристической функции процесса с независимыми приращениями. Винеровский процесс и его свойства. Пуассоновский процесс и его свойства.

#### ***13. Цепи Маркова***

Основные понятия теории цепей Маркова. Уравнение Колмогорова – Чепмена для переходных вероятностей. Дифференциальные уравнения Колмогорова для цепей Маркова с непрерывным временем. Стационарные вероятности для цепей Маркова. Ветвящиеся процессы с непрерывным временем. Дифференциальное уравнение для производящей функции числа частиц. Эффекты вырождений и взрыва.

#### ***14. Процессы с конечными моментами второго порядка***

Ковариационная функция случайного процесса и ее свойства. Непрерывность дифференцируемой и интегрируемой в среднем квадратичном. Стохастический интеграл Ито. Стохастические дифференциальные уравнения и метод последовательных приближений.

#### ***15. Стационарные в широком смысле случайные процессы***

Спектральное представление случайного процесса и его ковариационной функции. Спектральное представление вещественного случайного процесса. Линейные преобразования случайных процессов. Фильтрация случайных процессов. Прогнозирование случайных процессов. Интерполяция случайных процессов. Понятие об устойчивом случайном процессе.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Боровков, А. А.* Математическая статистика / А. А. Боровков. – Новосибирск : Наука, 1997. – 772 с.

*Боровков, А. А.* Теория вероятностей / А. А. Боровков. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 470 с.

*Булинский, А. В.* Теория случайных процессов / А. В. Булинский, А. Н. Ширяев. – М. : Физматлит, 2003. – 400 с.

*Гнеденко, Б. В.* Курс теории вероятностей / Б. В. Гнеденко. – М. : Наука, 1988. – 447 с.

*Матальцкий, М. А.* Вероятность и случайные процессы: теория, примеры, задачи / М. А. Матальцкий. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 588 с.

*Пугачев, В. С.* Теория вероятностей и математическая статистика / В. С. Пугачев. – М. : Наука, 1973. – 496 с.

*Розанов, Ю. А.* Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю. А. Розанов. – М. : Наука, 1985. – 320 с.

*Харин, Ю. С.* Математическая и прикладная статистика / Ю. С. Харин, Е. Е. Жук. – Минск : БГУ, 2005. – 279 с.

*Харин, Ю. С.* Теория вероятностей / Ю. С. Харин, Н. М. Зуев. – Минск : БГУ, 2004. – 199 с.

*Ширяев, А. Н.* Вероятность : в 2 кн. / А. Н. Ширяев. – М. : МЦНМО, 2004. – 928 с.

### **Дополнительная**

*Гихман, И. И.* Введение в теорию случайных процессов / И. И. Гихман, А. В. Скороход. – М. : Наука, 1977. – 568 с.

*Карлин, С.* Основы теории случайных процессов / С. Карлин. – М. : Мир, 1988. – 354 с.

*Крамер, Г.* Стационарные случайные процессы / Г. Крамер, М. Лидбеттер. – М. : Мир, 1969. – 398 с.

*Розанов, Ю. А.* Случайные процессы / Ю. А. Розанов. – М. : Наука, 1979. – 184 с.

*Чистяков, В. П.* Курс теории вероятностей и математической статистики / В. П. Чистяков. – М. : Наука, 1987. – 240 с.

# **ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.255/тип.

**Составители:**

**Кашкевич С. И.**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Побегайло А. П.**, доцент кафедры технологии программирования Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент;

**Безверхий А. А.**, старший преподаватель кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета;

**Рябый В. В.**, старший преподаватель кафедры математического обеспечения электронно-вычислительных машин Белорусского государственного университета.

**Рецензенты:**

кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Белорусского национального технического университета;

**Л. И. Минченко**, заведующий кафедрой информатики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор физико-математических наук, профессор;

**Ю. А. Быкадоров**, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 23.09.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Операционные системы» знакомит студентов с основными концепциями операционных систем и наиболее значительными их реализациями на современных платформах.

Она изучает принципы организации и функции основных компонент операционной системы. Понятия процесса, его представления в виртуальном адресном пространстве, разделение функций пользователя и ядра системы, организация мультизадачного режима, проблемы разделения ресурсов и синхронизации взаимодействующих процессов, ключевые решения организации файловой системы как средства абстрагирования внешних устройств хранения данных и доступа к ним, а также средства поддержки виртуальной памяти и динамической компоновки исполняемых программ являются центральными при формировании знаний.

Основой для изучения этой дисциплины является курс «Программирование», знания и умения разработки программ в системе программирования C/C++, включая технологию объектно ориентированного программирования. Необходимы также начальные сведения об архитектуре компьютера.

Дисциплина «Операционные системы» непосредственно связана с дисциплинами «Архитектура компьютеров» и «Компьютерные сети», в которых используется и дополняется материал этого курса.

С целью практического закрепления материала по ключевым темам выполняются лабораторные работы, способствующие формированию умений по применению системных вызовов и пониманию функциональности системных сервисов операционных систем.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- основные понятия, принципы функционирования и взаимодействия компонент операционной системы;
- организацию и основные алгоритмы планирования ресурсов компьютерной системы;
- принципиальную организацию и назначение программного обеспечения ядра и основных системных служб и утилит;
- основные функции главных объектов ядра операционной системы;

*уметь:*

- использовать системные вызовы в приложениях;
- выполнять основные действия на пользовательском уровне по управлению основными ресурсами системы;
- выполнять мониторинг процессов, потоков и динамических характеристик виртуальной памяти.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел 1. Основные ресурсы и компоненты вычислительной системы</b>	2	2	2
<b>Раздел 2. Процессы</b>	8	4	4
<b>Раздел 3. Ядро операционной системы</b>	8	4	4
<b>Раздел 4. Потоки</b>	8	4	4
<b>Раздел 5. Планирование процессов и потоков</b>	2	1	1
<b>Раздел 6. Синхронизация процессов и потоков</b>	10	5	5
<b>Раздел 7. Межпроцессные взаимодействия и коммуникации</b>	10	5	5
<b>Раздел 8. Память и адресное пространство процесса</b>	4	2	2
<b>Раздел 9. Файлы, отображаемые в память</b>	8	4	4
<b>Раздел 10. Управление устройствами</b>	1	1	–
<b>Раздел 11. Файловые системы</b>	5	2	3
<b>Раздел 12. Безопасность и механизмы защиты операционных систем</b>	4	2	2
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел 1. Основные ресурсы и компоненты вычислительной системы

Основные ресурсы вычислительной системы и режимы их использования. Динамические компоненты как основа организации и функционирования современных операционных систем.

## **Раздел 2. Процессы**

Концепция процесса. Системные и пользовательские процессы. Адресное пространство процесса. Порождение процессов. Нормальное и принудительное завершение процесса. Концепция наследования.

## **Раздел 3. Ядро операционной системы**

Концепция ядра. Основные функции и компоненты ядра. Объекты ядра. Понятие таблицы процесса, дескрипторов и описателей объектов. Порождение и освобождение объектов. Наследование объектов.

Разделение объектов между процессами. Передача информации в дочерний процесс. Синхронизация процессов «по завершению».

## **Раздел 4. Потоки**

Концепция потока. Параллелизм и параллельное исполнение процессов. Многопоточность процессов. Порождение и завершение потоков. Состояния потока. Блокирование и возобновление функционирования потока. Понятие контекста и переключение контекста. Основные условия переключения состояний потоков.

## **Раздел 5. Планирование процессов и потоков**

Понятие приоритета процесса и потока. Динамические уровни приоритетов. Квантование времени обслуживания. Понятие алгоритма обслуживания. Циклический алгоритм обслуживания.

## **Раздел 6. Синхронизация процессов и потоков**

Понятия критического ресурса и области. Проблема синхронизации потоков. Понятие объекта синхронизации. Типы объектов синхронизации: «мьютекс», «семафор», «событие». Понятие «критической секции». Атомарные функции. Проблема тупиков.

## **Раздел 7. Межпроцессные взаимодействия и коммуникации**

Понятие межпроцессного взаимодействия. Объект ядра «канал» – универсальное средство межпроцессных коммуникаций в сети. Применение «каналов» для проектирования взаимодействия клиент-серверных приложений в сети.

## **Раздел 8. Память и адресное пространство процесса**

Управление памятью. Основные механизмы. Сегментированная и страничная организация памяти. Виртуальная память процесса. Физическая память. Системный страничный файл. Концепция рабочего множества. Базовые механизмы управления виртуальной памятью процесса:

резервирование региона, передача страниц памяти, освобождение страниц памяти, возврат региона в резерв.

Основные режимы защиты виртуальной памяти и их применение. Фиксация и открепление физической памяти. Управление режимом «подкачки» страничного файла.

### **Раздел 9. Файлы, отображаемые в память**

Концепция проецирования. Файлы, проецируемые в память. Понятие «представления файла в памяти». Именованные файлы, проецируемые на системный страничный файл.

### **Раздел 10. Управление устройствами**

Управление устройствами ввода-вывода. Блочные и символьные устройства. Буферизация. Прерывания. Обработка внешних прерываний. Понятие драйвера.

### **Раздел 11. Файловые системы**

Концепции и именование. Файлы и директории. Организация. Последовательные файлы и файлы с произвольным доступом. Синхронный и асинхронный ввод – вывод.

### **Раздел 12. Безопасность и механизмы защиты операционных систем**

Авторизация и аутентификация пользователей. Атрибуты безопасности. Списки контроля доступа. Криптографическая защита данных.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Безверхий, А. А.* Введение в операционные системы : учеб. пособие / А. А. Безверхий, С. И. Кашкевич. – Минск : УП ИВЦ Минфина. – 168 с.

*Вахалие, Ю.* Unix изнутри / Ю. Вахалие. – СПб. : Питер, 2003. – 844 с.

*Побегайло, А. П.* Системное программирование в Windows / А. П. Побегайло. – СПб. : БХВ – Петербург, 2006. – 1056 с.

*Рихтер, Дж.* Программирование серверных приложений для Microsoft Windows 2000. Мастер-класс / Дж. Рихтер, Дж. Д. Кларк ; пер. с англ. – СПб. : Питер; М. : Русская редакция, 2001. – 592 с.

*Рихтер, Дж.* Создание эффективных Win-32 приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows / Дж. Рихтер ; пер. с англ. – 4-е изд. – СПб. : Питер; М. : Русская редакция, 2001. – 752 с.

*Русинович, М.* Внутреннее устройство Microsoft Windows: Windows Server 2003, Windows XP и Windows 2000. Мастер-класс / М. Русинович, Д. Соломон ; пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Русская редакция; СПб. : Питер, 2006. – 992 с.

*Таненбаум, Э.* Современные операционные системы / Э. Таненбаум. – СПб. : БХВ : Питер, 2004. – 1040 с.

*Харт, Дж. М.* Системное программирование в среде Win-32 / Дж. М. Харт ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2001. – 464 с.

### **Дополнительная**

*Бэкон, Д.* Операционные системы / Д. Бэкон, Г. Харрис; пер. с англ. – СПб. : Питер; Киев : Изд. Гр. ВНУ, 2004. – 800 с.

*Вильямс, А.* Системное программирование в Windows 2000 / А. Вильямс. – СПб. : Питер, 2001. – 624 с.

*Вудхалл, А.* Операционные системы: разработка и реализация / А. Вудхалл, Э. Таненбаум. – СПб. : Питер, 2006 – 576 с.

*Дейтел, Х. М.* Операционные системы. Основы и принципы / Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, Д. Р. Чофнес ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2006. – 1024 с.

*Дейтел, Х. М.* Операционные системы. Распределенные системы, сети, безопасность / Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, Д. Р. Чофнес ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2007. – 704 с.

*Робачевский, А.* Операционная система UNIX / А. Робачевский. – СПб. : БХВ. – Питер, 1999.

*Стахов, А. А.* Linux / А. А. Стахов. – СПб. : БХВ. – Питер, 2003 – 912 с.

*Столингс, В.* Операционные системы / В. Столингс. – М. : Вильямс, 2002. – 848 с.

*Чан, Т.* Системное программирование на C++ для Unix / Т. Чан ; пер. с англ. – Киев : Изд. отдел ВНУ, 1997.

# **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.263/тип.

**Составители:**

**В. И. Корзюк**, заведующий кафедрой математической физики Белорусского государственного университета, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор;

**Е. С. Чеб**, доцент кафедры математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра теории функций, функционального анализа и прикладной математики Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»;

**О. Н. Костюкова**, главный научный сотрудник Института математики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математической физики Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 20.03.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03. 2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Функциональный анализ и интегральные уравнения» является продолжением курсов «Математический анализ», «Геометрия и алгебра». Обобщая основные идеи данных курсов на случай бесконечномерных пространств, она знакомит студентов с основными понятиями банаховых и гильбертовых пространств и методами исследования операторных уравнений в этих пространствах.

«Функциональный анализ и интегральные уравнения» связан с курсами «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Методы, излагаемые в курсе, непосредственно используются при изучении дисциплин «Уравнения математической физики», «Методы численного анализа», «Методы оптимизации», «Теория вероятностей и математическая статистика», а также при изучении дисциплин специализации.

Дисциплина «Функциональный анализ и интегральные уравнения» отражает важное направление развития современной математики, поскольку в ней рассматриваются не отдельные объекты типа функций или уравнений, а обширные классы таких объектов с естественной структурой векторного пространства. Это позволяет сформировать у будущих специалистов абстрактное мышление и получить необходимую базу знаний для их дальнейшего применения в различных областях знаний.

При изложении курса важно показать, как используются основные положения функционального анализа при решении прикладных задач, возникающих в различных областях естествознания, в частности, описываемыми интегральными уравнениями.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- теорию меры, интеграл Лебега и его свойства;
- основные понятия и методы теории банаховых и гильбертовых пространств;
- основные понятия теории линейных ограниченных операторов;
- теорию разрешимости операторных уравнений 1-го и 2-го рода;

*уметь*:

- использовать интеграл Лебега, интеграл Лебега – Стильтьеса;
- исследовать множества в банаховых и гильбертовых пространствах;

– исследовать операторные уравнения, в частности, интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерры.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 03 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 195 учебных часов, в том числе 102 аудиторных часа: лекции – 68 часов, практические занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
Введение	2	2	–
<b>Раздел 1. Мера и измеримые по Лебегу множества</b>	12	8	4
<b>Раздел 2. Измеримые функции</b>	4	2	2
<b>Раздел 3. Интеграл Лебега</b>	14	8	6
<b>Раздел 4. Нормированные векторные пространства</b>	12	8	4
<b>Раздел 5. Банаховы пространства</b>	6	4	2
<b>Раздел 6. Гильбертовы пространства</b>	12	8	4
<b>Раздел 7. Компактные множества в банаховых пространствах</b>	8	6	2
<b>Раздел 8. Линейные ограниченные операторы</b>	12	8	4
<b>Раздел 9. Сопряженное пространство</b>	6	4	2
<b>Раздел 10. Сопряженные и самосопряженные операторы</b>	6	4	2
<b>Раздел 11. Компактные операторы</b>	6	4	2
<b>Раздел 12. Спектральная теория</b>	2	2	–
<b>Итого:</b>	<b>102</b>	<b>68</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Введение*

Предмет и основные методы дисциплины «Функциональный анализ и интегральные уравнения». Исторические сведения о возникновении и развитии этого раздела математики, его место среди других математических наук.

### **Раздел 1. Мера и измеримые по Лебегу множества**

Кольцо, полукольцо, алгебра,  $\sigma$ -алгебра на множестве. Построение минимального кольца, порожденного полукольцом.

Понятие меры множества и ее простейшие свойства.  $\sigma$ -аддитивная мера и ее непрерывность. Продолжение меры с полукольца на минимальное кольцо.

Внешняя мера и ее сужение на класс измеримых множеств. Измеримость по Лебегу и ее критерий.  $\sigma$ -алгебра измеримых множеств. Измеримые множества на числовой прямой. Канторово совершенное множество и его характеристика.

Мера Лебега – Стильеса и ее  $\sigma$ -аддитивность. Абсолютно непрерывные меры. Абсолютная непрерывность меры Лебега – Стильеса относительно меры Лебега на борелевской  $\sigma$ -алгебре  $B([a, b])$ . Абсолютно непрерывные функции.

## **Раздел 2. Измеримые функции**

Измеримые числовые функции, их свойства, сходимость в пространстве измеримых функций почти всюду, по мере и в каждой точке. Теорема Егорова.

## **Раздел 3. Интеграл Лебега**

Простые функции. Интеграл Лебега от простых функций. Интеграл Лебега на множестве конечной меры, его абсолютная непрерывность и  $\sigma$ -аддитивность. Предельный переход под знаком интеграла Лебега. Теоремы Лебега, Беппо – Леви, Фату. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.

Функции с ограниченным изменением. Понятие об интеграле Лебега – Стильеса и Римана – Стильеса, их применение в теории вероятностей.

## **Раздел 4. Нормированные векторные пространства**

Нормированные векторные пространства, открытые и замкнутые множества в них. Предельные точки и точки прикосновения множества. Замыкание множества.

Сходящиеся последовательности и их свойства. Сходимость в пространствах  $C[a, b]$ ,  $L_p[a, b]$ ,  $l_p$ ,  $p \geq 1$ ,  $l_\infty$ .

Непрерывные отображения нормированных пространств, теорема о непрерывном отображении. Непрерывность композиции отображений. Аппроксимация, построение элемента наилучшей аппроксимации в конечномерных пространствах и в строго нормированных пространствах.

## **Раздел 5. Банаховы пространства**

Банаховы пространства. Принцип вложенных шаров. Нигде не плотные и всюду плотные множества в банаховых пространствах.

Пополнение нормированных векторных пространств.

## **Раздел 6. Гильбертовы пространства**

Пространства со скалярным произведением (предгильбертовы пространства), свойства скалярного произведения. Гильбертовы пространства. Проекция в гильбертовых пространствах. Разложение гильбертова пространства в прямую сумму. Аппроксимация. Ряды Фурье и полные ортонормированные системы. Примеры полных ортонормированных систем.

Пространство суммируемых по Лебегу функций  $L_p[a, b]$ , пространство Соболева. Понятие обобщенной производной. Вложение пространств Соболева.

## **Раздел 7. Компактные множества в банаховых пространствах**

Компактные и предкомпактные множества в банаховых пространствах. Вполне ограниченность и предкомпактность,  $\varepsilon$ -сеть. Предкомпактность в  $C[a, b]$  (теорема Арцела – Асколи). Лемма о почти перпендикулярности. Критерий конечномерности нормированного векторного пространства.

Принцип сжимающих отображений в банаховых пространствах и его применении к решению СЛАУ, к решению интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерры второго рода. Отображения на компактах, принцип неподвижной точки. Теорема Брауэра и теорема Какутани, их использование в экономических моделях.

## **Раздел 8. Линейные ограниченные операторы**

Линейные ограниченные операторы, примеры. Ограниченность интегрального оператора, неограниченность оператора дифференцирования. Пространство линейных ограниченных операторов, равномерная и сильная сходимость последовательности линейных ограниченных операторов. Принцип равномерной ограниченности и его приложения в вычислительной математике (интерполирование по Лагранжу).

Обратные операторы. Левый и правый обратные операторы. Непрерывная обратимость оператора и корректная разрешимость операторных уравнений вида  $x - Ax = y$ ,  $Ax = y$ . Теоремы о существовании обратного оператора  $(I - A)^{-1}$ . Мера обусловленности оператора.

Замкнутые операторы. Теорема Банаха о замкнутом графике.

## **Раздел 9. Сопряженное пространство**

Линейные ограниченные функционалы и сопряженное пространство. Теоремы Рисса об общем виде линейного ограниченного функционала в гильбертовом пространстве и пространстве непрерывных функций  $C[a, b]$ . Теорема Хана – Банаха о продолжении линейного функционала с сохранением нормы. Постановка задачи об оптимизации квадратурных формул.

## **Раздел 10. Сопряженные и самосопряженные операторы**

Сопряженные и самосопряженные операторы в банаховых и гильбертовых пространствах. Примеры. Применение сопряженного оператора для исследования операторного уравнения вида  $Ax = y$ . Оператор ортогонального проектирования.

## **Раздел 11. Компактные операторы**

Компактные операторы и их свойства, пространство компактных операторов. Теория Рисса – Шаудера разрешимости уравнений  $x - Ax = y$  с компактным оператором. Альтернатива Фредгольма для разрешимости уравнений Фредгольма и Вольтерры второго рода. Разрешимость интегральных уравнений I-го рода. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.

## **Раздел 12. Спектральная теория**

Собственные значения и собственные векторы линейного, компактного и компактного самосопряженного операторов и их свойства в банаховых и гильбертовых пространствах. Теорема Гильберта – Шмидта в разложении компактного самосопряженного оператора в гильбертовом пространстве в ряд по собственным векторам и ее приложение к решению интегральных уравнений. Спектр и резольвента линейного оператора и их свойства.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Антоневич, А. Б.* Функциональный анализ и интегральные уравнения / А. Б. Антоневич, Я. В. Радыно. – Минск : БГУ, 2003. – 430 с.

*Березанский, Ю. М.* Функциональный анализ : курс лекций / Ю. М. Березанский, Г. Ф. Ус, З. Г. Шефтель. – Киев : Выща шк., 1990. – 600 с.

*Вулих, Б. З.* Введение в функциональный анализ / Б. З. Вулих. – М. : Наука, 1967. – 416 с.

*Городецкий, В. В.* Методы решения задач по функциональному анализу / В. В. Городецкий, Н. И. Нагнибеда, П. П. Настиев. – Киев : Выща шк., 1990. – 479 с.

*Колмогоров, А. Н.* Элементы теории функций и функционального анализа / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. – М. : Наука, 1989. – 623 с.

*Лебедев, В. И.* Функциональный анализ и вычислительная математика : учеб. пособие / В. И. Лебедев. – М. : Физматлит, 2000. – 296 с.

*Люстерник, Л. А.* Краткий курс функционального анализа / Л. А. Люстерник, В. И. Соболев. – М. : Высш. шк., 1982. – 272 с.

*Треногин, В. А.* Функциональный анализ / В. А. Треногин. – М. : Наука, 1980. – 496 с.

### **Дополнительная**

*Варга, Р. С.* Функциональный анализ и теория аппроксимации в вычислительном анализе / Р. С. Варга. – М. : Мир, 1974. – 126 с.

*Иосида, К.* Функциональный анализ / К. Иосида. – М. : Мир, 1967. – 624 с.

*Канторович, Л. В.* Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – М. : Наука, 1977. – 742 с.

*Коллатц, Л.* Функциональный анализ и вычислительная математика / Л. Коллатц. – М. : Мир, 1969. – 447 с.

*Морен, К.* Методы гильбертова пространства / К. Морен. – М. : Мир, 1965. – 572 с.

*Петровский, И. Г.* Лекции по теории интегральных уравнений / И. Г. Петровский. – М. : УРСС, 2003. – 120 с.

*Рудин, У.* Функциональный анализ / У. Рудин. – М. : Мир, 1975. – 448 с.

*Соболев, С. Л.* Некоторые применения функционального анализа в математической физике / С. Л. Соболев. – Л. : Изд-во Ленингр. ун.-та, 1950. – 256 с.

*Халмош, П.* Теория меры / П. Халмош. – М. : Изд-во иностр. лит., 1953. – 290 с.

*Шилов, Г. Е.* Интеграл, мера, производная / Г. Е. Шилов, Б. П. Гуревич. – М. : Наука, 1967. – 220 с.

*Эдвардс, Р.* Функциональный анализ. Теория и приложения / Р. Эдвардс. – М. : Мир, 1969. – 1071 с.

# **МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.267/тип.

**Составители:**

**В. В. Альсевич**, профессор кафедры методов оптимального управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, профессор;

**В. В. Крахотко**, доцент кафедры методов оптимального управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

**Л. И. Минченко**, заведующий кафедрой информатики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой методов оптимального управления Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 28.10.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современные техника, наука, экономика, финансы существенно используют экстремальные свойства процессов и систем. Поэтому достижения в теории оптимизации – в математическом программировании, теории управления – находят многие важные области применения. Специалист в области практического использования информационных технологий должен уметь составлять математические модели практических экстремальных задач, проводить их теоретический анализ, разрабатывать самостоятельно или использовать известные методы решения, реализовать эти методы на ЭВМ и делать выводы по изучаемой задаче. Цель дисциплины «Методы оптимизации» – изучение математического аппарата и методов, используемых при решении экстремальных задач и задач оптимального управления, возникающих в практической деятельности.

Задачи дисциплины: выработать навыки по применению методов оптимизации и алгоритмов решения прикладных задач на высоком профессиональном уровне; подготовить студентов к внедрению этих методов и алгоритмов в современной экономической системе.

Курс «Методы оптимизации» опирается на дисциплины: «Геометрия и алгебра», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Методы численного анализа», «Программирование». Он служит базой для дисциплины «Исследование операций» и ряда дисциплин специализаций.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- основы теории оптимизации и управления;
- линейное программирование;
- транспортные задачи;
- методы решения задач выпуклого и нелинейного программирования;
- основы динамического и целочисленного программирования;
- принцип максимума;

*уметь*:

- моделировать оптимизационные задачи экономики;
- применять методы решения оптимизационных задач;
- проводить анализ решения;

– корректировать решения при изменении исходных данных.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» программа предусматривает для изучения дисциплины 195 учебных часов, в том числе 102 аудиторных часа: лекции – 68 часов, практические занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
1. Введение	1	1	–
<b>Раздел I. Линейное программирование</b>			
2. Симплекс-метод	15	7	8
3. Двойственность в линейном программировании	4	2	2
4. Специальные задачи	8	4	4
<b>Раздел II. Выпуклое программирование</b>			
5. Выпуклые множества и функции. Основная задача выпуклого программирования	8	4	4
6. Двойственность в выпуклом программировании	4	4	–
<b>Раздел III. Нелинейное программирование</b>			
7. Задачи математического и нелинейного программирования	4	4	–
8. Задачи со смешанными ограничениями	10	6	4
<b>Раздел IV. Вычислительные методы нелинейного программирования</b>			
9. Классификация методов. Метод ветвей и границ	6	4	2
10. Методы безусловной и условной оптимизации	4	4	–
11. Динамическое программирование	6	4	2
<b>Раздел V. Вариационное исчисление</b>			
12. Основная задача вариационного исчисления. Необходимые условия оптимальности первого порядка	6	4	2
13. Необходимые условия оптимальности второго порядка. Достаточные условия оптимальности	6	4	2
<b>Раздел VI. Оптимальное управление</b>			
14. Принцип максимума	10	8	2
15. Специальные задачи оптимального управления. Динамическое программирование в теории оптимального управления	6	6	–
16. Проблема синтеза оптимальных систем управления	4	2	2
<b>Итого:</b>	<b>102</b>	<b>68</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### ***1. Введение***

Предмет методов оптимизации. Историческая справка. Место дисциплины среди других математических наук.

### **Раздел I. Линейное программирование**

#### ***2. Симплекс-метод***

Производственная задача. Графический метод решения. Каноническая и нормальная формы задач линейного программирования.

Базисный план. Потенциалы и оценки. Критерий оптимальности. Итерация симплекс-метода. Первая фаза. Конечность метода.

#### ***3. Двойственность в линейном программировании***

Двойственная каноническая задача линейного программирования. Базисный двойственный план и псевдоплан. Теория двойственности в линейном программировании.

Критерий оптимальности базисного двойственного плана. Итерация двойственного симплекс-метода. Первая фаза.

Анализ решения: единственность оптимальных прямого и двойственного планов, физический смысл двойственных переменных, анализ чувствительности.

#### ***4. Специальные задачи***

Сетевая транспортная задача. Матричная транспортная задача. Некоторые приложения линейного программирования: задачи на минимакс, кусочно-линейная экстремальная задача, приложение к исследованию линейных соотношений и матричных игр.

### **Раздел II. Выпуклое программирование**

#### ***5. Выпуклые множества и функции. Основная задача выпуклого программирования***

Выпуклые множества и функции и их свойства. Основная задача выпуклого программирования. Теорема Куна – Таккера.

#### ***6. Двойственность в выпуклом программировании***

Теория двойственности в выпуклом программировании. Квадратичное программирование. Задача геометрического программирования.

### **Раздел III. Нелинейное программирование**

#### ***7. Задачи математического и нелинейного программирования***

Классификация задач нелинейного программирования. Задачи на безусловный минимум.

### **8. Задачи со смешанными ограничениями**

Задачи на условный минимум. Обобщенное правило множителей Лагранжа. Классическое правило множителей Лагранжа. Лемма о включении. Необходимые условия оптимальности второго порядка. Достаточные условия оптимальности.

## **Раздел IV. Вычислительные методы нелинейного программирования**

### **9. Классификация методов. Метод ветвей и границ**

Классификация вычислительных методов. Методы нулевого порядка. Метод ветвей и границ: схемы одностороннего и полного ветвления. Задача целочисленного линейного программирования. Задача о рюкзаке.

### **10. Методы безусловной и условной оптимизации**

Минимизация унимодальных функций: методы золотого сечения и Фибоначчи, дихотомический поиск. Методы безусловной оптимизации: градиентные методы, метод Ньютона. Методы условной оптимизации: метод проекции градиента, метод условного градиента, метод штрафных функций.

### **11. Динамическое программирование**

Многоэтапные задачи оптимизации. Применение метода динамического программирования к решению конечномерных задач. Задача распределения ресурсов. Задача о кратчайшем пути. Задачи сетевого планирования.

## **Раздел V. Вариационное исчисление**

### **12. Основная задача вариационного исчисления. Необходимые условия оптимальности первого порядка**

Задача о брахистохроне. Допустимые кривые. Основная задача вариационного исчисления. Слабая и сильная минимали. Необходимые условия оптимальности слабой минимали в терминах вариаций функционала. Условия Эйлера, Вейерштрасса – Эрдмана.

### **13. Необходимые условия оптимальности второго порядка. Достаточные условия оптимальности**

Условие Лежандра – Клебша. Присоединенная задача о минимуме. Условие Якоби. Достаточные условия оптимальности.

## **Раздел VI. Оптимальное управление**

### **14. Принцип максимума**

Задача предельного быстрогодействия. Теорема существования. Классификация задач оптимального управления. Принцип максимума Пон-

трягина для задачи типа Больца. Достаточные условия оптимальности. Задачи с ограничениями. Принцип максимума для задачи предельного быстрогодействия. Краевая задача принципа максимума.

### ***15. Специальные задачи оптимального управления. Динамическое программирование в теории оптимального управления***

Оптимизация непрерывных динамических систем в классе дискретных управляющих воздействий. Оптимизация дискретных систем управления. Применение динамического программирования для исследования оптимальных систем управления.

### ***16. Проблема синтеза оптимальных систем управления***

Синтез оптимальных систем управления с помощью принципа максимума. Применение динамического программирования к синтезу оптимальных систем управления. Оптимальное управление в реальном времени.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Альсевич, В. В.* Методы оптимизации: упражнения и задания : учеб. пособие / В. В. Альсевич, В. В. Крахотко. – Минск : БГУ, 2005. – 405 с.

*Ашманов, С. А.* Линейное программирование : учеб. пособие / С. А. Ашманов. – М. : Наука, 1981. – 304 с.

*Васильев, Ф. П.* Численные методы решения экстремальных задач : учеб. пособие / Ф. П. Васильев. – М. : Наука, 1988. – 549 с.

*Габасов, Р.* Методы оптимизации : учеб. пособие / Р. Габасов, Ф. М. Кириллова. – Минск : БГУ, 1981. – 350 с.

*Карманов, В. Г.* Математическое программирование : учеб. пособие / В. Г. Карманов. – М. : Физматлит, 2001. – 263 с.

*Моисеев, Н. Н.* Методы оптимизации : учеб. пособие / Н. Н. Моисеев, Ю. П. Иванчиков, Е. М. Столярова. – М. : Наука, 1978. – 351 с.

### **Дополнительная**

*Интрилигатор, М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. – М. : Айрис-пресс, 2002. – 565 с.

*Пантелеев, А. В.* Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, Г. А. Летова. – М. : Высш. шк., 2002. – 544 с.

*Пантелеев, А. В.* Теория управления в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. – М. : Высш. шк., 2003. – 583 с.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
30.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.312/тип.

**Составители:**

**В. В. Краснопрошин**, заведующий кафедрой математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор;

**А. Н. Исаченко**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра высшей математики № 2 Белорусского национального технического университета;

**О. А. Феденя**, доцент кафедры высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 22.09.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Исследование операций» – прикладная математическая дисциплина, которая занимается вопросами количественного обоснования решений по управлению целенаправленными процессами (операциями) в сложных системах.

Предметом изучения дисциплины являются решения в сложных системах. Система рассматривается с точки зрения целенаправленного управления, понятие цели является определяющим. Обоснование решений носит количественный характер, т.е. проводится с помощью математических моделей и методов. Это дает возможность находить не просто хорошие, а в некотором смысле оптимальные решения. Поэтому дисциплину «Исследование операций» можно также определить как теорию оптимальных решений.

Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основными принципами построения и анализа определенных классов математических моделей и их использования для принятия решений в соответствующих предметных областях.

Задачи дисциплины заключаются в выработке навыков применения методологии исследования задач, основанной на построении математических моделей, принятия решений по результатам их анализа.

Дисциплина «Исследование операций» непосредственно связана с дисциплиной «Методы оптимизации». При изложении курса используется также учебный материал дисциплин «Дискретная математика и математическая логика», «Алгоритмы и структуры данных», «Методы численного анализа», «Теория вероятностей и математическая статистика». При этом важно показать возможности математического аппарата для решения задач, возникающих в различных сферах человеческой деятельности. Целесообразно выделить моменты построения моделей естественных процессов и обратить внимание на алгоритмические аспекты получения результатов.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- типы задач исследования операций, их особенности и свойства;
- методологию формализации и решения задач исследования операций;

- основные принципы принятия оптимальных решений;
- модели и методы решения задач исследования операций;

*уметь:*

- строить математические модели, представлять их возможности и ограничения;
- использовать формальные методы при решении задач исследования операций;
- решать практические задачи принятия решений с использованием методов исследования операций.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 171 час, в том числе 86 аудиторных часов, из них лекции – 68 часов, практические занятия – 18 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
<b>Раздел I. Введение</b>			
1. Предмет и методология исследования	4	4	–
2. Экспертное оценивание	2	2	–
<b>Раздел II. Принятие решений и теория игр</b>			
3. Принятие решений в условиях неопределенности	8	8	–
4. Элементы теории игр	10	8	2
<b>Раздел III. Линейные модели</b>			
5. Построение и анализ линейных моделей	6	4	2
6. Моделирование сложных систем	6	4	2
<b>Раздел IV. Сетевые модели</b>			
7. Экстремальные задачи на графах	20	14	6
8. Сетевое планирование	8	6	2
9. Задача коммивояжера	4	2	2
<b>Раздел V. Задачи оптимального упорядочения</b>			
10. Элементы теории расписаний	4	4	–
<b>Раздел VI. Вероятностные модели</b>			
11. Задачи массового обслуживания	10	8	2
12. Задача управления запасами	4	4	2
<b>Итого:</b>	<b>86</b>	<b>68</b>	<b>18</b>

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел I. Введение

### *1. Предмет и методология исследования*

Предмет, история и перспективы развития исследования операций. Основные этапы и принципы операционного исследования. Идентификация моделей операций.

### *2. Экспертное оценивание*

Экспертный метод. Критерии эффективности.

## Раздел II. Принятие решений и теория игр

### *3. Принятие решений в условиях неопределенности*

Типы неопределенности. Многокритериальные задачи. Принятие решений в условиях неопределенности природы и в конфликтных ситуациях. Критерии рационального поведения. Смешанные стратегии, седловые точки.

### *4. Элементы теории игр*

Основные понятия антагонистических игр. Матричные игры и методы их решений. Понятие о коалиционных и позиционных играх. Игры с природой.

## Раздел III. Линейные модели

### *5. Построение и анализ линейных моделей*

Общая характеристика и геометрическая интерпретация линейных моделей. Примеры моделей планирования производства и макроэкономики. Экономическая интерпретация двойственных оценок. Устойчивость оптимального плана.

### *6. Моделирование сложных систем*

Иерархические системы и методы декомпозиции. Целочисленные линейные модели.

## Раздел IV. Сетевые модели

### *7. Экстремальные задачи на графах*

Задача о минимальных покрывающих деревьях. Задача о кратчайших цепях. Задача о максимальном потоке в сетях и ее обобщения. Максимальные паросочетания. Варианты задачи о назначении: классическая, о максимальной занятости, на узкие места.

### *8. Сетевое планирование*

Сетевые графики и их параметры. Задачи распределения ресурсов на сетях.

### **9. Задача коммивояжера**

Общая схема метода ветвей и границ. Алгоритмы решения задачи коммивояжера и ее приложения.

## **Раздел V. Задачи оптимального упорядочения**

### **10. Элементы теории расписаний**

Задачи теории расписаний, их классификация. Задача для одной машины. Общая задача Джонсона. Свойства оптимальных решений. Задача Джонсона для двух и трех машин.

## **Раздел VI. Вероятностные модели**

### **11. Задачи массового обслуживания**

Общая характеристика задач массового обслуживания. Характеристики входного потока и длительности обслуживания. Процессы гибели и размножения. Системы массового обслуживания с потерями и с ожиданием. Замкнутые системы массового обслуживания.

### **12. Задача управления запасами**

Управление запасами. Задачи определения оптимальных размеров заказываемой партии. Задачи замены оборудования.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Акоф, Р.* Основы исследования операций / Р. Акоф, М. Сасиени. – М. : Мир, 1971. – 533 с.

*Вагнер, Г.* Основы исследования операций : в 3 т. / Г. Вагнер. – М. : Мир, 1972 – 1973. – 3 т.

*Вентцель, Е. С.* Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М. : Сов. наука, 1972. – 550 с.

*Дегтярев, Ю. И.* Исследование операций / Ю. И. Дегтярев. – М. : Высш. шк., 1986. – 319 с.

*Моисеев, Н. Н.* Математические задачи системного анализа / Н. Н. Моисеев. – М. : Наука, 1981. – 487 с.

*Таха, Х. А.* Введение в исследование операций / Х. А. Таха. – М.; СПб., Киев : Вильямс, 2001. – 911 с.

### **Дополнительная**

*Вентцель, Е. С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1980. – 532 с.

*Воробьев, Н. Н.* Теория игр / Н. Н. Воробьев. – Ленинград : ЛГУ, 1975. – 324 с.

Исследование операций в экономике / под ред. Н. Ш. Кремера. – М. : Банки и биржи, 1997. – 407 с.

*Кофман, А.* Массовое обслуживание. Теория и приложения / А. Кофман, Р. Крюон. – М. : Мир, 1965. – 475 с.

*Краснощеков, П. С.* Принципы построения моделей / П. С. Краснощеков, А. А. Петров. – М. : МГУ, 1983. – 314 с.

*Крушевский, А. В.* Теория игр / А. В. Крушевский. – Киев: Выща шк., 1977. – 214 с.

*Кудрявцев, Е. М.* Исследование операций в задачах, алгоритмах и программах / Е. М. Кудрявцев. – М. : Радио и связь, 1984. – 287 с.

*Макаров, И. М.* Теория выбора и принятия решений / И. М. Макаров. – М. : Наука, 1981. – 376 с.

*Танаев, В. С.* Введение в теорию расписаний / В. С. Танаев, В. В. Шкурба. – М. : Наука, 1975. – 256 с.

*Форд, Л.* Потоки в сетях / Л. Форд, Д. Фалкерсон. – М. : Мир, 1966. – 276 с.

# **АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
16.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.278/тип.

**Составители:**

**В. М. Котов**, заведующий кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**Е. П. Соболевская**, доцент кафедры дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Л. А. Пилипчук**, доцент кафедры информационного и программно-математического обеспечения автоматизированных производств, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

**Н. А. Лиходед**, заведующий отделом параллельных вычислительных процессов Института математики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 10.10.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Алгоритмы и структуры данных» знакомит студентов с фундаментальными понятиями, используемыми при разработке алгоритмов и оценке их трудоемкости.

Цель дисциплины – изучение подходов к разработке эффективных алгоритмов для разнообразных задач дискретной и комбинаторной оптимизации.

Задачи дисциплины – выработать навыки по оценке трудоемкости алгоритмов и по применению современных структур данных для эффективной реализации различных базовых операций.

При изучении дисциплины рассматриваются такие фундаментальные понятия как информация, размерность задачи и трудоемкость алгоритмов. Особое внимание уделено способам определения трудоемкости алгоритмов с помощью таких методов, как составление и решение рекуррентных уравнений. Наряду с классическим подходом оценки трудоемкости рассматриваются также способы определения усредненной оценки трудоемкости алгоритма для группы операций. Большое внимание в курсе уделяется современным структурам данных и обосновывается выбор соответствующей структуры в зависимости от набора базовых операций, используемых в алгоритме.

Основой курса «Алгоритмы и структуры данных» являются следующие дисциплины: «Дискретная математика и математическая логика», «Программирование». Методы, излагаемые в курсе, используются при изучении дисциплин «Исследование операций», «Модели данных и системы управления базами данных», а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение курса позволяет дать студентам базу, необходимую для успешного усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, а также получить знания, необходимые им при разработке эффективных алгоритмов.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма;
- основные приемы разработки эффективных алгоритмов: динамическое программирование и метод «разделяй и властвуй»;

- основные структуры данных и трудоемкость базовых операций для них;
- виды поисковых деревьев;
- основные алгоритмы поиска на графах и их трудоемкость;

*уметь:*

- определять трудоемкость основных алгоритмов поиска и внутренней сортировки, используя технику рекуррентных соотношений;
- осуществлять выбор структуры данных для разработки эффективного алгоритма решения задачи;
- реализовывать поисковые деревья;
- реализовывать основные алгоритмы поиска на графах.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 100 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные и семинарские занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные и семинарские занятия
<b>Раздел I. Проектирование и анализ</b>			
1. Основные понятия и определения. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения	14	10	4
2. Стратегии решения задач	4	2	2
<b>Раздел II. Структуры данных</b>			
3. Простейшие структуры данных	4	2	2
4. Множества	4	2	2
5. Приоритетные очереди	10	4	6
<b>Раздел III. Организация поиска</b>			
6. Поисковые деревья	6	4	2
7. Хеширование	4	2	2
<b>Раздел IV. Теория графов</b>			
8. Способы обхода вершин графа	6	2	4
9. Кратчайший путь	6	2	4
10. Максимальный поток	6	2	4
11. Минимальное остовное дерево	4	2	2
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел I. Проектирование и анализ

### **1. Основные понятия и определения. Рекуррентные уравнения и основные методы их решения**

Понятие информации. Мера информации. Размерность задачи. Трудоемкость алгоритмов: наилучший случай, наихудший случай, трудоемкость в среднем, усредненная оценка трудоемкости группы операций. Асимптотики  $O$ ,  $\Omega$ ,  $\Theta$ . Полиномиальные и неполиномиальные алгоритмы. Примеры.

Понятие рекуррентного уравнения. Правильные и неправильные рекуррентные уравнения. Полное рекуррентное уравнение. Основные методы решения рекуррентных уравнений: метод итераций и метод рекурсивных деревьев. Оценка решения рекуррентного уравнения: метод подстановок. Теорема о решении рекуррентного уравнения вида  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{c}\right) + b \cdot n$ . Рекуррентные уравнения базовых алгоритмов и их трудоемкость.

Способы упорядочивания информации: основные алгоритмы внутренней и внешней сортировки и их трудоемкость.

### **2. Стратегии решения задач**

Принцип «Разделяй и властвуй», динамическое программирование, градиентные алгоритмы. Примеры решения задач с использованием данных методов и их трудоемкость.

## Раздел II. Структуры данных

### **3. Простейшие структуры данных**

Простейшие структуры данных: массивы, простые списки, мультисписки, стеки, очереди и реализация базовых операций над ними.

### **4. Множества**

Множества. Различные способы представление множеств и реализация базовых операций над ними. Применение множеств для решения задач.

### **5. Приоритетные очереди**

Сложные структуры данных: бинарные кучи, биномиальные кучи и кучи Фибоначчи. Реализация базовых операций над ними. Усредненная трудоемкость базовой операции.

### **Раздел III. Организация поиска**

#### **6. Поисковые деревья**

Поисковые деревья. Сбалансированные деревья: AVL-деревья, 2–3-деревья. Базовые операции над ними и их трудоемкость в наихудшем случае.

#### **7. Хеширование**

Хеш-таблицы и хеш-функции. Коллизии. Методы разрешения коллизий. Открытое и закрытое хеширование.

### **Раздел IV. Теория графов**

#### **8. Способы обхода вершин графа**

Методы хранения графов и деревьев. Связность. Двудольность. Маршруты. Подграфы. Использование современных структур данных в основных алгоритмах на графах: поиск в глубину (стек), поиск в ширину (очередь). Топологическая сортировка. Трудоемкость алгоритмов.

#### **9. Кратчайший путь**

Использование современных структур данных в основных алгоритмах на графах: кратчайший путь (приоритетная очередь). Трудоемкость алгоритмов.

#### **10. Максимальный поток**

Максимальный поток в графе и его приложения.

#### **11. Минимальное остовное дерево**

Алгоритмы построения минимального остовного дерева, использующие при своей реализации приоритетную очередь и множества, и их трудоемкость.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен [и др.]. – М. : Вильямс, 2005. – 1296 с.

Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы : учеб. пособие / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2000. – 384 с.

Котов, В. М. Структуры данных и алгоритмы: теория и практика : учеб. пособие / В. М. Котов, Е. П. Соболевская – Минск : БГУ, 2004. – 252 с.

### **Дополнительная**

*Волчкова, Г. П.* Сборник задач по теории алгоритмов для студентов физ.-мат. спец. БГУ / Г. П. Волчкова, В. М. Котов, Е. П. Соболевская. – Минск : БГУ, 2005. – 59 с.

*Вирт, Н.* Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт. – СПб. : Невский Диалект, 2001. – 352 с.

Лекции по теории графов / В. А. Емеличев [и др.]. – М. : Наука, 1990. – 383 с.

*Липский, В.* Комбинаторика для программистов / В. Липский. – М. : Мир, 1988. – 214 с.

*Пападдимитриу, Х.* Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность / Х. Пападдимитриу, К. Стайглиц. – М. : Мир, 1971. – 512 с.

*Рейнгольд, Э.* Комбинаторные алгоритмы теория и практика / Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М. : Мир, 1980. – 476 с.

*Weiss, M. A.* Data structures and algorithm analysis / M. A. Weiss. – Benjamin/Cummings Publishing Company, 1992. – 455 p.

*Shaffer, C.* A Practical Introduction to Data Structure and Algorithm Analysis / C. Shaffer. – London : Prentice Hall International, 1997. – 494 p.

# **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
16.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-G.276/тип.

**Составитель**

**Л. Ф. Зимянин**, заведующий кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра информатики Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Н. А. Лиходед**, заведующий отделом параллельных вычислительных процессов Института математики НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор;

**А. И. Павловский**, профессор кафедры прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико-математических наук.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 23.09.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Для создания единого информационного пространства используются компьютерные телекоммуникационные инфраструктуры – компьютерные сети, которые на основе современных систем связи позволяют объединить компьютерные ресурсы всего мира, охватить все стороны человеческой деятельности.

Цель курса – изучение концепций, определяющих состояние и тенденции развития современных компьютерных сетей.

Задача курса – обеспечение знаний теоретических и практических основ организации и функционирования компьютерных сетей, получение базовых навыков, необходимых для проектирования компьютерных сетей, эффективного использования и настройки сетевого оборудования.

В курсе рассматриваются модели и методы построения современных локальных и глобальных компьютерных сетей. В основу построения курса положена концепция изложения учебного материала в соответствии с иерархией уровней в обобщенных сетевых моделях, что позволяет детально изучить аппаратные и программные компоненты технологий построения компьютерных сетей, при этом главное внимание уделяется анализу протоколов передачи данных как основы сетевых технологий.

Программа включает изучение элементов цифровых телекоммуникационных систем связи как основы объединения компьютеров в сети, исследуются модели и методы передачи данных.

Выбор анализируемых в курсе технологий компьютерных сетей основан на их широком распространении во всем мире, в том числе и в Республике Беларусь.

В курсе рассматриваются современные технологии локальных сетей, в том числе беспроводные, вопросы эффективного применения.

Большое внимание уделяется построению сетей на базе стека протоколов TCP/IP, который является основой глобальной сети интернет, а также применяется для построения корпоративных информационных систем интранет.

Анализ глобальных сетей базируется на современных и перспективных технологиях сетей с коммутацией пакетов X.25 и frame relay, ATM. Особое внимание уделено сетям доступа ISDN, ADSL.

Включенные в программу протоколы прикладного уровня лежат в основе современных сетевых услуг, предоставляемых сетью интернет.

Важнейшей характеристикой современных компьютерных сетей является уровень защищенности информации пользователей сетевых услуг. В связи с этим в курсе наряду с изложением основ сетевых технологий и протоколов особое внимание уделяется методам построения защищенных сетей.

Лабораторные работы включают освоение методики управления сетевыми ресурсами корпоративных сетей и разработку сетевых приложений на основе стандартных стеков протоколов TCP/IP, NetBIOS и др.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- технологии построения современных локальных и глобальных компьютерных сетей;
- архитектуру стека протоколов, лежащих в основе современных компьютерных сетей;
- методы эффективной и безопасной передачи данных в компьютерных сетях;

*уметь*:

- анализировать и разрабатывать проекты корпоративных компьютерных сетей;
- обеспечивать управление сетевыми ресурсами корпоративных сетей;
- программировать клиент-серверные приложения на основе стандартных стеков протоколов.

Основой для изучения этого курса являются дисциплины «Программирование» и «Операционные системы», навыки разработки программ в системе программирования C/C++, включая технологию объектно-ориентированного программирования. Необходимы также сведения об архитектуре современных компьютеров.

Курс «Компьютерные сети» непосредственно связан с дисциплинами «Архитектура компьютеров» и является базой для дисциплин специализации в области сетевых технологий, в том числе интернет-технологий.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 195 учебных часов, в том числе 102 аудиторных часа: лекции – 68 часов, практические занятия – 34 часа.

## Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные работы
<b>Раздел I. Архитектура компьютерных сетей</b>			
1. Компьютерные телекоммуникации	2	2	–
2. Сетевые модели и протоколы	4	4	–
3. Основы передачи дискретных данных	2	2	–
4. Методы передачи дискретных данных	2	2	–
5. Управление каналами связи	2	2	–
6. Методы коммутации.	2	2	–
<b>Раздел II. Базовые технологии локальных сетей</b>			
7. Локальные сети	2	2	–
8. Технология Ethernet	4	2	2
9. Кольцевые технологии	2	2	–
10. Высокоскоростные технологии ЛС	2	2	–
11. Беспроводные локальные сети	4	4	–
12. Логическая структуризация сетей	6	4	2
<b>Раздел III. Составные сети на основе стека протоколов TCP/IP</b>			
13. Объединение сетей	2	2	–
14. Реализация сетевого взаимодействия средствами TCP/IP	12	6	6
15. Транспортные протоколы стека TCP/IP	10	4	6
16. Протоколы маршрутизации	4	2	2
17. Качество обслуживания и защита в IP-сетях	8	6	2
<b>Раздел IV. Глобальные сети</b>			
18. Структура и функции глобальной сети	4	2	2
19. Удаленный доступ	4	2	2
20. Глобальные сети с коммутацией пакетов	2	2	–
21. Технология ATM	2	2	–
<b>Раздел V. Прикладные протоколы</b>			
22. Протоколы прикладного уровня	14	6	8
23. Конвергенция сетей и услуг	6	4	2
<b>Итого:</b>	<b>102</b>	<b>68</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел I. Архитектура компьютерных сетей

**1. Компьютерные телекоммуникации.** Обобщенная структура телекоммуникационной сети. Сетевые характеристики. Стандарты. Компьютерная и сетевая безопасность. Компьютерные сети Республики Беларусь.

**2. Сетевые модели и протоколы.** Понятие открытой системы. Иерархия протоколов. Интерфейсы и службы. Эталонная модель OSI. Стандартные стеки коммуникационных протоколов.

**3. Основы передачи дискретных данных.** Каналы связи. Характеристики каналов связи. Кабельные системы. Оптические системы связи. Беспроводная связь. Технология широкополосного сигнала. Спутниковые системы связи.

**4. Методы передачи дискретных данных.** Методы аналоговой модуляции. Дискретная модуляция аналоговых сигналов. Модемы. Цифровое кодирование. Логическое кодирование.

**5. Управление каналами связи.** Асинхронные и синхронные протоколы канального уровня. Формирование кадров. Методы обнаружения и коррекции ошибок. Протокол HDLC.

**6. Методы коммутации.** Коммутация и мультиплексирование. Техника коммутации каналов FDM, TDM, CDMA, DWDM. Первичные сети. Сети SONET / SDH. Принципы коммутации пакетов. Виртуальные каналы. Коммутация сообщений.

### Раздел II. Базовые технологии локальных сетей

**7. Локальные сети.** Протоколы и стандарты локальных сетей (ЛС). Протокол LLC управления логическим каналом. Уровень MAC доступа к физической среде. Структура ЛС. Сетевые адаптеры. Концентраторы.

**8. Технология Ethernet.** Классы сетей Ethernet. Метод доступа CSMA/CD. Домен коллизий. Форматы кадров технологии Ethernet. Производительность сети Ethernet.

**9. Кольцевые технологии.** Структура сетей Token Ring и FDDI. Маркерный метод доступа. Управление кольцом. Отказоустойчивое пакетное кольцо RPR (Resilient packet ring).

**10. Высокоскоростные технологии ЛС.** Особенности технологий Fast Ethernet и 100VG-AnyLAN. Высокоскоростные технологии Gigabit Ethernet и 10 Gigabit Ethernet.

**11. Беспроводные локальные сети.** Архитектура беспроводных ЛС. Стандарт 802.11. Протокол доступа к среде передачи CSMA/CA. Широ-

копосные локальные сети. Стандарт 802.16. Персональные сети. Архитектура Bluetooth.

**12. Логическая структуризация сетей.** Принципы работы мостов. Коммутаторы локальных сетей, их архитектура и основные функции. Интеллектуальные функции коммутаторов. Дуплексные протоколы. Алгоритм покрывающего дерева. Агрегирование каналов связи. Виртуальные локальные сети.

### **Раздел III. Составные сети на основе стека протоколов TCP/IP**

**13. Объединение сетей.** Понятие Internetworking. Принципы маршрутизации. Функции маршрутизаторов.

**14. Реализация сетевого взаимодействия средствами TCP/IP.** Архитектура стека TCP/IP. Связь с Internet. Протокол IP. Адресация в IP-сетях. Подсети. Отображение IP-адресов на локальные адреса: протоколы ARP и RARP. Маршрутизация в IP-сетях. Управляющие протоколы. Протокол IPv6.

**15. Транспортные протоколы стека TCP/IP.** Модель службы TCP. Протокол TCP. Управление TCP соединением. Механизмы надежной доставки данных. Сокеты. Транспортные примитивы. Протокол доставки пользовательских дейтаграмм UDP. Оценка производительности компьютерных сетей.

#### **16. Протоколы маршрутизации**

Автономные области. Внутренние и внешние протоколы маршрутизации. Дистанционно-векторный протокол RIP. Протокол EIGRP. Протокол состояния связей OSPF. Протокол внешнего шлюза BGP. Многоадресная рассылка.

#### **17. Качество обслуживания и защита в IP-сетях**

Модели качества обслуживания. Фильтрация пользовательского трафика. Списки доступа. Технология NAT. Сервис защищенного канала. Защищенный протокол IPSec. Виртуальные частные сети. Технология MPLS VPN.

### **Раздел IV. Глобальные сети**

**18. Структура и функции глобальной сети.** Типы глобальных сетей. Глобальные сети на основе коммутируемых и выделенных каналов. Протоколы канального уровня. Протокол PPP.

**19. Удаленный доступ.** Схемы удаленного доступа. Цифровые сети с интегрированным обслуживанием ISDN. Стек протоколов и структура сети ISDN. Использование служб ISDN. Технологии xDSL.

**20. Глобальные сети с коммутацией пакетов.** Принцип коммутации пакетов с использованием техники виртуальных каналов. Сети X.25. Назначение и структура сетей X.25, адресация. Стек протоколов сети X.25. Frame Relay. Стек протоколов Frame Relay, поддержка качества обслуживания.

**21. Технология ATM.** Основные принципы технологии ATM. Стек протоколов ATM. Категории услуг протокола ATM и управление трафиком. Уровни адаптации. Передача IP-трафика через сети ATM. Моделирование локальных сетей. Технология LAN Emulation.

## **Раздел V. Прикладные протоколы**

**22. Протоколы прикладного уровня.** Архитектура прикладных протоколов Internet. Архитектура службы DNS. Протокол DNS. Протоколы передачи файлов FTP, TFTP, NFS. Электронная почта: архитектура, сервисы и протоколы. Протокол HTTP в WWW технологии. Протоколы реального времени RTP и RTCP.

**23. Конвергенция сетей и услуг.** Архитектура систем управления сетями. SNMP-модель. IP-телефония: стандарт H.323, протокол SIP. Сети P2P. Технология Skype. Направления развития телекоммуникационных сетей.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

- Гук, М. Аппаратные средства локальных сетей / М. Гук. – СПб. : Питер, 2002. – 576 с.
- Джонс, Э. Программирование в сетях Microsoft Windows. Мастер класс / Э. Джонс, Д. Оланд. – СПб. : Питер, Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2002. – 608 с.
- Зимянин, Л. Ф. Компьютерные сети : курс лекций / Л. Ф. Зимянин. – Минск : БГУ, 2006. – 335 с.
- Остерлох, Х. TCP/IP. Семейство протоколов передачи данных / Х. Остерлох. – М. : Diasoft, 2002. – 567 с.
- Столингс, В. Современные компьютерные сети / В. Столингс. – СПб. : Питер, 2003. – 782 с.
- Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. – СПб. : Питер, 2004. – 848 с.
- Шахнович, И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. В. Шахнович. – М. : Техносфера, 2006. – 288 с.

### **Дополнительная**

- Джамса, К. Программирование для Internet в среде Windows / К. Джамса, К. Коуп. – СПб. : Питер, 1996. – 659 с.

*Крук, В. И.* Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии. Т. 1–3 / В. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов – М. : Горячая линия – Телеком, 2003.

*Мартин, Д.* Asynchronous Transfer Mode. Архитектура и реализация АТМ / Д. Мартин. – М. : Лори, 2000. – 214 с.

*Снейдер, Й.* Эффективное программирование TCP/IP. Библиотека программиста / Й. Снейдер. – СПб. : Питер, 2001. – 319 с.

*Столингс, В.* Современные компьютерные сети / В. Столингс. – СПб. : Питер, 2003. – 782 с.

*Хендерсон, Л.* Frame Relay. Межсетевое взаимодействие / Л. Хендерсон. – М. : Горячая линия – Телеком, 2000. – 314 с.

# **УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.261/тип.

**Составитель**

**И. С. Козловская**, доцент кафедры математической физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра теории функций, функционального анализа и прикладной математики Учреждения образования «Гродненский государственный университет»;

**В. В. Цегельник**, заведующий кафедрой высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный университет радиоэлектроники и информатики», доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математической физики Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 20.11.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Круг вопросов, относящихся к математической физике, чрезвычайно широк. Возникающие при этом математические задачи содержат много общих элементов и составляют предмет математической физики. Метод исследования, характеризующий эту отрасль науки, является математическим по своему существу, и хотя постановка задач математической физики, будучи тесно связанной с изучением физических проблем, имеет специфические черты, следует отметить, что предмет «Уравнения математической физики» является важной составляющей общего математического образования. Многие задачи математической физики приводят к дифференциальным уравнениям с частными производными. Наиболее часто встречаются дифференциальные уравнения 2-го порядка. Целью изучения дисциплины является получение студентами навыков математического моделирования физических процессов с использованием уравнений с частными производными. Задача курса состоит в освоении методов решения и исследования краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными. Программа курса ограничена изложением аналитических методов решения задач для линейных дифференциальных уравнений второго порядка на примере классических уравнений теплопроводности, колебаний струны, Лапласа и других уравнений

Программа составлена с учетом знания студентами дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения» и тесно связана с курсами «Функциональный анализ и интегральные уравнения» и «Методы численного анализа».

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- классификацию и методы приведения к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя и многими независимыми переменными;
- методы решения и обоснования корректности задачи Коши для уравнения колебания струны и уравнения теплопроводности;
- постановку и методы решения смешанных задач для уравнений гиперболического и параболического типа;
- постановку и методы решения краевых задач для уравнений эллиптического типа;

*уметь:*

- приводить к каноническому виду уравнения второго порядка;
- решать задачу Коши для волнового уравнения и уравнения теплопроводности;
- решать смешанные задачи для уравнений колебания струны и теплопроводности;
- решать краевые задачи для уравнения Лапласа и Пуассона.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, практические занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические занятия
Введение	2	2	–
<b>Раздел 1. Математическое моделирование</b>	14	8	6
<b>Раздел 2. Гиперболические уравнения</b>	20	8	12
<b>Раздел 3. Параболические уравнения</b>	18	8	10
<b>Раздел 4. Эллиптические уравнения</b>	14	8	6
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Введение*

Основные понятия об уравнениях с частными производными и системах уравнений. Классификация уравнений с частными производными второго порядка. Гиперболические, параболические и эллиптические уравнения. Уравнение характеристик. Приведение к каноническому виду линейных уравнений второго порядка с двумя и многими независимыми переменными. Общее решение уравнений с частными производными.

### **Раздел 1. Математическое моделирование**

Принципы математического моделирования. Дифференциальные модели. Вывод уравнения колебания струны. Постановка краевых задач для волнового уравнения.

Вывод уравнения теплопроводности. Постановка краевых задач для тепловых процессов.

Стационарные уравнения. Уравнение Пуассона и Лапласа. Краевые задачи Дирихле и Неймана. Корректная постановка краевых задач. Вычислительный эксперимент. Методы информатики, автоматизация научных исследований.

## **Раздел 2. Гиперболические уравнения**

Метод характеристик. Формула Даламбера для решения задачи Коши для волнового уравнения. Корректность задачи Коши. Краевая задача Гурса с данными на характеристиках.

Задача Штурма – Лиувилля. Свойства собственных функций и собственных чисел. Метод разделения переменных для решения начально-краевых (смешанных) задач для уравнений гиперболического типа. Обоснование метода. Теоремы единственности для смешанных задач.

## **Раздел 3. Параболические уравнения**

Метод разделения переменных для решения смешанных задач для уравнения параболического типа. Принцип максимума, теоремы единственности и устойчивости.

Метод интегральных преобразований. Интеграл Пуассона для решения задачи Коши.

## **Раздел 4. Эллиптические уравнения**

Уравнение Лапласа. Гармонические функции, их свойства. Фундаментальное решение для уравнения Лапласа. Объемный и поверхностный потенциалы. Формулы Грина для гармонических функций. Функция Грина. Принцип максимума для гармонических функций, корректность краевых задач для уравнения Пуассона. Метод разделения переменных для решения задачи Дирихле в круге. Формула Пуассона. Интегральные уравнения для краевых задач.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Берс, Л.* Уравнения с частными производными / Л. Берс, Ф. Джон, М. Шехтер. – М. : Мир, 1966.

*Бицадзе, А. В.* Сборник задач по уравнениям математической физики / А. В. Бицадзе, Д. Ф. Калининченко. – М. : Наука, 1977. – 224 с.

*Бицадзе, А. В.* Уравнения математической физики / А. В. Бицадзе. – М. : Наука, 1976.

*Владимиров, В. С.* Уравнения математической физики / В. С. Владимиров. – 2-е изд., стер. – М. : МАИК «Наука», 2000.

*Владимиров, В. С.* Уравнения математической физики / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. – М. : Физматлит, 2003.

*Владимиров, В. С.* Уравнения математической физики / В. С. Владимиров. – М. : Наука, 1981. – 512 с.

*Годунов, С. К.* Уравнения математической физики / С. К. Годунов. – М. : Наука 1979.

*Дезин, А. А.* Общие вопросы теории граничных задач / А. А. Дезин. – М. : Мир, 1980.

*Дьедоне, Ж.* Основы современного анализа / Ж. Дьедоне. – М. : Мир, 1964.

*Ерофеенко, В. Т.* Уравнения с частными производными и математические модели в экономике / В. Т. Ерофеенко, И. С. Козловская. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 246 с.

*Тихонов, А. Н.* Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М. : Наука, 1977. – 736 с.

### **Дополнительная**

*Владимиров, В. С.* Сборник задач по уравнениям математической физики / В. С. Владимиров. – М. : Наука, 1982. – 256 с.

*Масленникова, В. Н.* Дифференциальные уравнения в частных производных / В. Н. Масленникова. – М. : Изд.-во РУДН, 1997.

*Михлин, С. Г.* Линейные уравнения в частных производных / С. Г. Михлин. – М. : Высш. шк., 1977.

*Русак, В. Н.* Математическая физика / В. Н. Русак. – Минск : Дизайн ПРО, 1998.

*Смирнов, В. И.* Курс высшей математики / В. И. Смирнов. – Т. IV, ч. 2. – М. : Наука, 1981.

Ураўненні і метады матэматычнай фізікі / С. А. Мінюк [і інш.]. – Гродна : Грод. дзярж. ун-т, 2002. – 435 с.

# **АРХИТЕКТУРА КОМПЬЮТЕРОВ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.254/тип.

### **Составитель**

**М. К. Буза**, профессор кафедры математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор.

### **Рецензенты:**

кафедра интеллектуальных информационных технологий Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**С. Ф. Липницкий**, главный научный сотрудник объединенного института проблем информатики НАН Беларуси, доктор технических наук.

### **Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 23.09. 2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12 2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Архитектура компьютеров» знакомит студентов с принципами создания, организацией и архитектурой компьютерных систем, начиная с модели фон Неймана и заканчивая архитектурными решениями, на которых базируются параллельные, потоковые и нейрокомпьютеры. Она изучает внутреннюю организацию вычислительных систем.

Концепции RISC (Reduced Instruction Set Computer)-процессоров и CISC (Complete Instruction Set Computer)-процессоров, компьютеры с VLIW (Very Long Instruction Word)-архитектурой, позволившей за счет упаковки в одну связку нескольких команд, масштабируемости, предикации, загрузки по предположению, тегов и дескрипторов ускорить процесс обработки, занимают важное место при создании различных вычислительных платформ.

Существенные успехи в развитии элементной базы технологий проектирования средств вычислительной техники, программного обеспечения и его надежности, инструментариев и методов инженеринга, аттестации и верификации программных проектов, а также новый спектр приложений вычислительной техники и его программного обеспечения привели к пересмотру существующих архитектурных решений компьютеров. Вместо монопольной концепции последовательного исполнения операций появились идеи совместной, параллельной и распределенной обработки данных. На смену однопроцессорным компьютерам, базирующимся на принципах фон Неймана, пришли многопроцессорные, конвейерные и параллельные архитектуры.

Широкое распространение получают векторно-конвейерные компьютеры, массово-параллельные компьютеры с распределенной памятью, компьютеры с кластерной архитектурой, позволяющей достигать практически неограниченной производительности. Все эти решения требуют осмысления и фильтрации, чему в немалой степени способствует данная дисциплина. Одна из ее целей – проследить путь от компьютеров фон Неймана, их программного обеспечения и концептуальных идей через семантический разрыв между существующими архитектурными решениями, созданными и формирующимися идеями, реализованными в различном окружении пользователей компьютеров, до способов их совершенствования и создания новых архитектурных ансамблей.

Базируясь на понятии процесса, рассмотрены ключевые теоретические решения, многие из которых можно сегодня обнаружить в большинстве современных вычислительных систем.

Для изучения этой дисциплины необходимы знания в области структур компьютеров, проектировании программ и начальные сведения по операционным системам. Знание архитектуры компьютера позволит программистам рационально использовать все ресурсы вычислительной системы и проектировать эффективные программы.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- основные архитектурные решения компьютеров;
- организацию иерархической памяти;
- методы последовательной, параллельной и конвейерной обработки;
- способы кодирования и представления данных в компьютерах;

*уметь*:

- анализировать архитектурные решения компьютеров;
- разрабатывать методы обмена данными между различными уровнями памяти;
- оценивать эффективность обработки информации в компьютерах различной архитектуры.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 195 часов: из них аудиторных – 102 часа, в том числе лекции – 68 часов, лабораторные занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
Введение	2	2	–
<b>Раздел I. Базовые принципы архитектуры</b>			
1. Цифровая логика	6	4	2
2. Архитектурные решения фон Неймана	6	6	–
3. Конвейерная обработка данных	10	8	–
4. Организация памяти	10	8	
<b>Раздел II. Основные архитектурные решения</b>			
5. Архитектура микропроцессоров	14	8	6
6. Взаимодействие процессов	6	6	–
<b>Раздел III. Параллельные системы</b>			
7. Системы параллельного действия	20	10	10
8. Языки описания параллельных процессов	18	10	8
9. Методы планирования	10	6	4
<b>Итого:</b>	<b>102</b>	<b>68</b>	<b>34</b>

# СОДЕРЖАНИЕ

## ***Введение***

Вычислительные системы, их ориентация на различные области применения и режимы обработки данных.

## **Раздел I. Базовые принципы архитектуры**

### ***1. Цифровая логика***

История архитектурных решений. Логические элементы (вентили, триггеры, счетчики, регистры). Программируемые логические интегральные схемы.

### ***2. Архитектурные решения фон Неймана***

Соотношение структуры и архитектуры компьютера. Вычислительные и логические возможности, аппаратные средства, программное обеспечение. Архитектура как интерфейс между различными уровнями физической системы. Семантический разрыв между архитектурой компьютера и окружением пользователя.

Анализ модели фон-неймановского типа и основные пути ее усовершенствования.

### ***3. Конвейерная обработка данных***

Принципы конвейеризации. Временные диаграммы. Структурные конфликты, конфликты по данным и управлению. Типы конвейерной обработки. Предикация. Загрузка по предположению. Компьютеры типа CRAY. Конвейеризация в процессорах Pentium. Введение в параллелизм на уровне команд.

### ***4. Организация памяти***

Представление чисел и символов в компьютерах с фиксированной и плавающей точкой. Стандарт кодирования IEEE 754. Способы кодирования данных: классические и нетрадиционные. Помехозащищенные коды.

Иерархия памяти: регистровая, кэш-память, главная память, вспомогательная память, виртуальная память. Управление памятью: пространство имен, логическое и физическое пространство адресов, отображение пространств.

Система прерываний.

## **Раздел II. Основные архитектурные решения**

### ***5. Архитектура микропроцессоров***

Структура микропроцессора. Проектирование и оптимизация системы команд. Схема выполнения команд в компьютерах с различной адре-

сацией. Микропроцессоры Pentium, HP, Motorola. Особенности архитектуры DEC, AMD.

Классификация архитектур вычислительных систем. Концепции комплексирования. Повышение производительности. Закон Амдала.

### ***6. Взаимодействие процессов***

Задачи и процессы. Структуры: список готовности, блоки управления процессами. Особенности управления процессами в одно- и многопроцессорных компьютерах. Параллельные и последовательные процессы. Типы параллелизма. Операции над процессами. Синхронизация процессов. Проблема тупиков: причины, условия, предотвращение.

## **Раздел III. Параллельные системы**

### ***7. Системы параллельного действия***

Информационные модели систем параллельного действия: мультипроцессоры и мультимышеры. Технологии сокращения времени ожидания в мультипроцессорах и мультимышерах. Алгоритмы выбора маршрутов для доставки сообщений.

Вычислительные системы на базе однопроцессорных компьютеров: общие и специальные системы программирования.

Альтернативные архитектуры компьютеров: векторная, многопроцессорная, RISC-, SPARC- и VLIW-архитектура.

Компьютеры на потоках данных. Матричные компьютеры. Нейрокомпьютеры.

Компьютерные сети: эталонная модель и основные топологические решения. Шина – простейший способ создания ширококвещательной сети. Коммуникационные технологии.

### ***8. Языки описания параллельных процессов***

Параллельно-последовательный и асинхронный подходы к проектированию языков параллельного программирования. Абстрактные языки описания параллельных процессов. Системы параллельного программирования.

Программное обеспечение для параллельных компьютеров. Метрика аппаратного и программного обеспечения. Базовые положения формирования программного обеспечения: модели управления, степень распараллеливания процессов, вычислительные парадигмы, методы коммутации, примитивы синхронизации.

Преобразование последовательных алгоритмов в последовательно-параллельные.

## **9. Методы планирования**

Задача планирования процессов. Планирование в мультипроцессорных системах: планирование по наивысшему приоритету, метод круговорота, очереди с обратной связью, многоуровневое планирование.

Основные направления развития архитектур универсальных и специализированных компьютеров.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Kai, H.* Advanced computer architecture: parallelism, scalability, programmability / H. Kai. – Tokyo-Toronto, 1993. – 637 с.

*Patterson, D.* Computer Architecture a Quantitative approach / D. Patterson, J. Hennessy. – San Francisco, 3-td edition, 2003. – 978 с.

*Буза, М. К.* Архитектура компьютеров / М. К. Буза. – Минск : Новое знание, 2007. – 590 с.

*Олифер, В. Г.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2005. – 864 с.

*Таненбаум, Э.* Архитектура компьютеров / Э. Таненбаум. – 4-е изд. – СПб.-М.-К., 2002. – 698 с.

### **Дополнительная**

*Bernstein, A.* Concurency to Programming and Database Systems / A. Bernstein, P. Lewis. – Boston-London, 1993. – 548 с.

*Буза, М. К.* Системы параллельного действия / М. К. Буза. – Минск : БГУ, 2008. – 416 с.

*Вахалие, Ю.* Unix изнутри / Ю. Вахалие. – СПб. : Питер, 2003. – 848 с.

*Корнеев, В. В.* Параллельные вычислительные системы / В. В. Корнеев. – М. : Нолидж, 1999. – 417 с.

*Шнайер, Б.* Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке / Б. Шнайер. – С.-М., ТРИУМФ, 2002. – 816 с.

# **МЕТОДЫ ТРАНСЛЯЦИИ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.253/тип.

**Составители:**

**Л. Ф. Зимянин**, заведующий кафедрой математического обеспечения электронно-вычислительных машин Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент;

**В. В. Рябый**, старший преподаватель кафедры математического обеспечения электронно-вычислительных машин Белорусского государственного университета.

**Рецензенты:**

кафедра интеллектуальных информационных технологий Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и электроники»;

**М. П. Ревотюк**, профессор кафедры информационных технологий автоматизированных систем Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и электроники», кандидат технических наук;

**Н. А. Разоренов**, заведующий кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», кандидат технических наук, доцент.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения ЭВМ Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 23.09. 2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Методы трансляции» ориентирована на изучение математического аппарата теории формальных языков и конечных автоматов, методов, используемых при разработке трансляторов.

Базовыми для изучения методов трансляции являются дисциплины «Дискретная математика и математическая логика», «Алгоритмы и структуры данных», «Программирование».

При построении курса особое внимание уделяется теоретической трактовке предмета, устанавливается связь теоретических знаний, умений и навыков с технологиями проектирования реальных программных приложений, решению общих проблем, возникающих при создании трансляторов языков программирования, независимо от исходного языка или базового компьютера. Использование абстрактных математических понятий доводится до конкретных алгоритмов, пригодных к непосредственной реализации.

Основная цель дисциплины «Методы трансляции» – формирование у студентов теоретических и практических знаний, развитие профессиональных умений, необходимых будущим специалистам в области разработки программного обеспечения. Математический аппарат, алгоритмы, технологии проектирования трансляторов находят свое приложение не только в трансляции, но и в автоматизированных системах обработки текстовой информации, управления базами данных, генерации электронных устройств и других областях проектирования программного обеспечения.

При изложении курса важно показать возможность использования аппарата трансляции для разработки любого программного обеспечения, ориентированного на решение прикладных задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и производства.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен *знать*:

- методы описания лексики и синтаксиса языка программирования;
- основные методы и алгоритмы разработки лексического и синтаксического анализаторов;
- основные понятия и формальные схемы перевода и генерации кода;

– принципиальные схемы компиляции, проблемы диагностики ошибок и оптимизации кода;

*уметь:*

- применять алгоритмы преобразований грамматик;
- применять алгоритмы построения конечных автоматов для регулярных выражений;
- применять методы и алгоритмы разработки синтаксических анализаторов для однозначных грамматик;
- проектировать синтаксически управляемые схемы перевода основных языковых конструкций.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел 1. Типы языковых процессоров</b>	2	2	–
<b>Раздел 2. Описание языка</b>	8	4	4
<b>Раздел 3. Лексический анализатор</b>	12	6	6
<b>Раздел 4. Синтаксический анализатор</b>	16	8	8
<b>Раздел 5. Синтаксически управляемые переводы.</b>	10	4	6
<b>Раздел 6. Генерация кода</b>	8	4	4
<b>Раздел 7. Диагностика и исправление ошибок</b>	4	2	2
<b>Раздел 8. Оптимизация</b>	4	2	2
<b>Раздел 9. Инструментальные средства автоматизации разработки транслятора</b>	4	2	2
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел 1. Типы языковых процессоров

Понятие входного и выходного языка. Типы языковых процессоров. Проблема описания входного языка. Принципиальная схема процесса трансляции. Основные блоки трансляторов (лексический, синтаксический и семантический анализаторы, генератор команд, оптимизация программ). Однофазные и многофазные трансляторы. Компиляторы и ин-

терпретаторы. Математическая модель транслятора. Проблемы реализации трансляторов.

## **Раздел 2. Описание языка**

Задача описания входного языка. Лексика, синтаксис, семантика. Введение в теорию формальных грамматик и языков. Классификация Хомского (порождающие, контекстно-зависимые, контекстно-свободные, автоматные грамматики). Деревья вывода. Проблема грамматического разбора. Синтаксические деревья и неоднозначность грамматик. Основные нотации: нормальная форма Бекуса – Наура и синтаксические диаграммы Вирта.

## **Раздел 3. Лексический анализатор**

Задача лексического анализа. Понятие лексемы. Введение в теорию конечных автоматов и регулярных выражений. Сканер. Схема построения сканера. Лексические ошибки.

## **Раздел 4. Синтаксический анализатор**

Задача синтаксического анализа. Стратегии синтаксического анализа: нисходящая и восходящая.

Нисходящий синтаксический анализ. Ограничения, накладываемые на грамматику входного языка. Устранение левой рекурсии. Левая факторизация. LL(k)-грамматики. Построение управляющей LL(k)-таблицы. LL-анализаторы.

Восходящий синтаксический анализ. Грамматики предшествования. Отношения предшествования. Синтаксический анализатор. LR(k)-грамматики. Построение LR-таблиц. LR-анализатор.

## **Раздел 5. Синтаксически управляемые переводы**

Концепция синтаксически управляемого перевода. Транслирующие грамматики. Атрибутные транслирующие грамматики. Наследуемые и синтезируемые атрибуты. Контекстные условия и их верификация. Проблема реализации представления атрибутов, пространство имен и таблица символов.

## **Раздел 6. Генерация кода**

Внутренние формы промежуточных представлений и объектные языки. ПОЛИЗ. Семантические программы.

Особенности генерации команд для объявлений и определений. Обработка локальных объявлений. Обработка различных синтаксических конструкций: объявлений переменных, операторов присваивания, выра-

жений, условных и циклических инструкций.

Проблема распределения памяти для глобальных, локальных и динамических объектов.

### **Раздел 7. Диагностика и исправление ошибок**

Типы ошибок: лексические, синтаксические, семантические, ошибки времени выполнения. Проблема локализации и нейтрализации ошибок.

### **Раздел 8. Оптимизация**

Критерии и общие методы оптимизации. Машинно-независимая и зависимая оптимизация объектного кода. Понятие о графе информационных и управляющих связей. Оптимизация арифметических выражений, линейных участков, циклов.

### **Раздел 9. Инструментальные средства автоматизации разработки транслятора**

Понятие компилятора компиляторов. Инструментальные системы построения трансляторов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Ахо, А.* Компиляторы: принципы, технологии и инструменты / А. Ахо, Р. Сети, Дж. Д. Ульман ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2001. – 768 с.

*Ахо, А.* Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции : в 2 т. / А. Ахо, Дж. Ульман. – М. : Мир, 1998. – Т. 1 : Синтаксический анализ. – 612 с.

*Ахо, А.* Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции : в 2 т. / А. Ахо, Дж. Ульман. – М. : Мир, 1998. – Т. 2 : Компиляция. – 487 с.

*Буза, М. К.* Структуры данных и методы трансляции / М. К. Буза, В. П. Дубков, В. В. Рябый. – Минск : Выш. шк., 1983. – Ч. 2 : Лабораторный практикум по математическому обеспечению ЭВМ. – 173 с.

*Льюис, Ф.* Теоретические основы проектирования трансляторов / Ф. Льюис, Д. Розенкранц, Р. Стирнз. – М. : Мир, 1995. – 654 с.

*Пратт, Т.* Языки программирования: разработка и реализация / Т. Пратт, М. Зелковиц. – СПб. : Питер, 2002. – 688 с.

### **Дополнительная**

*Хопкрофт, Дж.* Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. – М. : Вильямс, 2002. – 528 с.

*Грис, Д.* Конструирование компиляторов для цифровых вычислительных машин / Д. Грис. – М. : Мир, 1975. – 544 с.

Семантика языков программирования : сб. ст. – М. : Мир, 1990. – 394 с.

Языки программирования / под ред. Ф. Женюи. – М. : Мир, 1972. – 406 с.

*Касьянов, В. Н.* Методы построения трансляторов / В. Н. Касьянов, И. В. Потто-син. – Новосибирск : Наука, 1986. – 330 с.

*Ренделл, Б.* Реализация АЛГОЛа-60 / Б. Ренделл, Л. Рассел ; пер. с англ. – М. : Мир, 1967. – 475 с.

Математическая логика в программировании : сб. ст. ; пер. с англ. – М. : Мир, 1991. – 407 с.

*Хантер, Р.* Проектирование и конструирование компиляторов / Р. Хантер ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1984. – 232 с.

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
16.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.288/тип.

### **Составитель**

**Л. Ф. Дробушевич**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **Рецензенты:**

кафедра электронных вычислительных машин Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Б. А. Железко**, заведующий кафедрой «Экономическая информатика» Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат технических наук, доцент.

### **Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 22.09. 2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Технология программирования» знакомит студентов с методами разработки программных продуктов с использованием различных инструментальных средств, включая интеграцию с CASE-системами. Особое внимание уделяется методам анализа и проектирования программных систем, проектированию интерфейса пользователя, а также вопросам оценки качества программного обеспечения.

Основными целями изучения дисциплины являются: формирование у студентов знаний основ методологии в области разработки программного обеспечения; систематизация и углубление знаний и умений в области информационных технологий; изучение основных приемов и методов разработки программных продуктов; освоение оценки качества программного обеспечения.

Основными задачами изучения дисциплины являются: формирование знаний и умений в области моделирования программных систем; развитие интереса к современным моделям оценки качества процесса разработки программного обеспечения.

В процессе изучения дисциплины рассматривается содержание основных этапов процесса создания программного продукта, в том числе анализ предъявляемых к нему требований, составление технического задания, проектирование, кодирование, включая интеграцию и тестирование программы в целом, а также ее сопровождение после установки у заказчика.

Отдельные темы посвящены определению модели процесса разработки и управлению проектом, что особенно важно при работе в команде.

Основой для изучения технологии программирования является курс «Программирование». Методы, излагаемые в курсе, используются при изучении дисциплины «Модели данных и системы управления базами данных», а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение технологии программирования позволяет студентам получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы по специальности.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- методы проектирования программных систем;

- методы проектирования интерфейса пользователя;
- методы разработки программных продуктов с использованием различных инструментальных средств, включая интеграцию с CASE-системами;
- основные понятия и методы тестирования программного обеспечения;

*уметь:*

- анализировать требования, предъявляемые к программным системам, составлять техническое задание, моделировать программное обеспечение, а также проводить его тестирование;
- проводить оценку качества программного обеспечения.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел I. Организация процесса разработки программного обеспечения</b>			
1. Основные понятия и определения	1	1	–
2. Модели процесса разработки программного обеспечения	2	2	–
3. Управление проектом	1	1	–
<b>Раздел II. Классические методы анализа и проектирования программных систем</b>			
4. Методы структурного анализа	4	2	2
5. Методы структурного проектирования	4	2	2
<b>Раздел III. Объектно-ориентированные методы разработки программных систем</b>			
6. Основные принципы представления программных систем	4	2	2
7. Унифицированный язык моделирования UML	6	2	4
8. Модели требований	6	2	4
9. Статические модели	6	2	4
10. Динамические модели	6	2	4
11. Модели реализации	6	2	4
12. Основы компонентной объектной модели	4	2	2

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел IV. Методы тестирования программного обеспечения</b>			
13. Основные методы тестирования	6	4	2
14. Методика тестирования	4	2	2
15. Особенности тестирования объектно-ориентированных программ	4	2	2
<b>Раздел V. Вопросы оценки качества программного обеспечения</b>			
16. Методы оценки сложности программного обеспечения	2	2	–
17. Вопросы оценки сцепления и связности	2	2	–
<b>Итого:</b>	68	34	34

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Раздел I. Организация процесса разработки программного обеспечения**

#### ***1. Основные понятия и определения***

Метод, методология, программный продукт, программное изделие, модуль и др. Жизненный цикл программного обеспечения. Фазы жизненного цикла. Организация процесса разработки программных систем (методы, средства, процедуры).

#### ***2. Модели процесса разработки программного обеспечения***

Классические модели процесса разработки программного обеспечения (каскадная, спиральная, компонентно-ориентированная, инкрементная, RAD-модель). Тяжеловесные и облегченные процессы разработки программных систем (унифицированный процесс, XP-процесс). Содержание этапов разработки. Особенности жизненного цикла объектно-ориентированных программных систем.

#### ***3. Управление проектом***

Составляющие управления проектом. Управление и планирование. Масштаб проекта и риск. Управление персоналом проекта. Варианты организации персонала. Управление релизами. Инструментальные средства поддержки.

Характеристика современных CASE-средств. Классификация, перспективы развития, опыт использования. Роль CASE-инструментов в

проектировании объектно-ориентированных систем. Связь CASE-технологий с методами быстрой разработки приложений (RAD).

## **Раздел II. Классические методы анализа и проектирования программных систем**

### ***4. Методы структурного анализа***

Диаграммы потоков данных – DFD, описание потоков данных и процессов, расширения для систем реального времени. Расширение возможностей управления. Методы анализа, ориентированные на структуры данных. Метод анализа и проектирования Джексона.

### ***5. Методы структурного проектирования***

Типы информационных потоков. Проектирование для потоков данных типа «преобразование» и «запрос». Структурные карты Константайна. Методология SADT (диаграммы Росса). Доопределение функций. Учет системного времени.

## **Раздел III. Объектно-ориентированные методы разработки программных систем**

### ***6. Основные принципы представления программных систем***

Абстрагирование, инкапсуляция, модульность, иерархия. Общая характеристика объектов. Виды отношений между объектами. Связи. Агрегация. Общая характеристика классов. Виды отношений между классами. Роль декомпозиции в объектном анализе и проектировании. Различные подходы проведения объектно-ориентированного анализа.

### ***7. Унифицированный язык моделирования UML***

Предметы в UML. Отношения в UML. Диаграммы в UML. Механизмы расширения в UML. Различные точки зрения на диаграммы (концептуальная, спецификации, реализации).

### ***8. Модели требований***

Диаграммы Use Case. Актеры, прецеденты, и отношения в диаграммах Use Case. Спецификация элементов Use Case (основной и альтернативный потоки). Кооперации.

### ***9. Статические модели***

Диаграммы классов. Отношения в диаграммах классов. Организация свойств и операций. Множественность. Архитектура программного обеспечения. Каркасы и образцы проектирования. Классификация архитектур. Типы архитектур и их модели. Качество и выбор архитектуры.

### ***10. Динамические модели***

Моделирование поведения ПС. Диаграммы взаимодействия и сотрудничества. Диаграммы последовательности. Диаграммы состояний. Диаграммы деятельности.

### ***11. Модели реализации***

Диаграммы компонентов. Интерфейсы. Компоновка системы. Разно- видности компонентов.

### ***12. Основы компонентной объектной модели***

СОМ-объекты, СОМ-интерфейсы. Технологии OLE и ActiveX. Повторное использование СОМ-объектов. Связывание объектов различного происхождения. Технология СОМ и объектно-ориентированное программирование. Реализация интерфейсов.

## **Раздел IV. Методы тестирования программного обеспечения**

### ***13. Основные методы тестирования***

Цели и задачи тестирования программного обеспечения. Возможности и ограниченность тестирования. Стратегии и критерии тестирования. Основные методы структурного тестирования (стратегия «белого ящика»). Тестирование циклов и потоков данных. Основные методы функционального тестирования (стратегия «черного ящика»).

### ***14. Методика тестирования***

Тестирование элементов. Тестирование интеграции (нисходящее и восходящее тестирование). Тестирование правильности. Системное тестирование.

### ***15. Особенности тестирования объектно-ориентированных программ***

Методика объектно-ориентированного тестирования. Способы тестирования содержания и взаимодействия классов. Тестирование на основе состояний. Тестирование систем и подсистем.

## **Раздел V. Вопросы оценки качества программного обеспечения**

### ***16. Методы оценки сложности программного обеспечения***

Проблемы оценки качества и надежности программного обеспечения, пути решения проблем, перспективы. Стил программирования. Сложность программного обеспечения. Влияние сложности программного обеспечения на его надежность. Вопросы оценки сложности. Влияние методов разработки на качество и надежность программного обеспечения.

## **17. Вопросы оценки сцепления и связности**

Оценка схем иерархии в структурных методах разработки (критерии Майерса). Сцепление и связность. Особенности сцепления и связности в объектно-ориентированном программном обеспечении (закон Деметера, видимость на уровне классов и объектов).

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Бейзер, Б.* Тестирование черного ящика. Технология функционального тестирования / Б. Бейзер. – СПб. : Питер, 2004.

*Брауде, Э.* Технология разработки программного обеспечения / Э. Брауде. – СПб. : Питер, 2004.

*Буч, Г.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование / Г. Буч. – 2-е изд. – М. : Бином, 1998.

*Буч, Г.* Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, А. Джекобсон. – М. : ДМК, 2000.

*Зиглер, К.* Методы проектирования программных систем / К. Зиглер. – М. : Мир, 1985.

*Калянов, Г. Н.* CASE структурный системный анализ / Г. Н. Калянов. – М. : ЛОРИ, 1996.

*Канер, С.* Тестирование программного обеспечения / С. Канер. – К.: ДиаСофт, 2000.

*Кантор, М.* Управление программными проектами / М. Кантор. – М. : Вильямс, 2002.

*Кинг, Д.* Создание эффективного ПО / Д. Кинг. – М. : Мир, 1991.

*Константайн, Л.* Конструирование программ / Л. Константайн. – М. : Мир, 1991.

*Майерс, Г.* Искусство тестирования программ / Г. Майерс. – М. : Финансы и статистика, 1982.

*Фокс, Дж.* Программное обеспечение и его разработка / Дж. Фокс. – М. : Мир, 1985.

*Харрис, Л.* Программирование OLE / Л. Харрис. – М. : Бином, 1996.

*Чеппел, Д.* Технологии ActiveX и OLE / Д. Чеппел. – М. : Русская редакция, 1997.

*Шлеер, С.* Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях / С. Шлеер, С. Меллор. – Киев : Диалектика, 1994.

### **Дополнительная**

*Дробушевич, Л. Ф.* Технология программирования: Моделирование программных систем в Rational Rose : учеб.-метод. пособие / Л. Ф. Дробушевич. – Минск : БГУ, 2002.

*Дробушевич, Л. Ф.* Технология программирования: Моделирование программных систем : метод. указания и задания к лабораторным работам / Л. Ф. Дробушевич. – Минск : БГУ, 2003.

*Дробушевич, Л. Ф.* Технология программирования : практ. пособие / Л. Ф. Дробушевич. – Минск : БГУ, 2000.

*Дробушевич, Л. Ф.* Учебно-методическое пособие к общему курсу «Методы программирования» для студентов специальности «Информатика» / Л. Ф. Дробушевич. – Минск : Ротапринт Белгосуниверситета, 1999. – 2 ч.

*Ларман, К.* Применение UML и шаблонов проектирования / К. Ларман. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2002.

# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
16.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.287/тип.

**Составитель**

**В. А. Образцов**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра электронных вычислительных машин Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**А. В. Тузиков**, заместитель директора Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского университета (протокол № 3 от 22.09.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины «Интеллектуальные информационные системы» является ознакомление студентов с основными понятиями искусственного интеллекта, методами решения задач искусственного интеллекта и технологией построения интеллектуальных информационных систем. Задачи изучения дисциплины: изучить постановки задач, решаемых с помощью систем искусственного интеллекта, основные модели представления знаний, а также рассмотреть теоретические и практические вопросы разработки и функционирования систем искусственного интеллекта.

При изложении курса важно показать возможности использования моделей, методов и технологий искусственного интеллекта при решении практических задач, возникающих в различных областях науки, техники, экономики и других. Целесообразно также выделить методологию построения математических моделей естественных процессов с целью их последующего изучения методами искусственного интеллекта, а также обратить внимание на алгоритмические аспекты и проблему оценки качества получаемых результатов. Большое внимание при изучении дисциплины уделяется современным концепциям представления и обработки знаний. В программу курса включены разделы, в которых описываются эффективные алгоритмы для решения разнообразных задач искусственного интеллекта, приемы и методы проектирования и построения реальных систем искусственного интеллекта.

Основой для изучения дисциплины являются базовые курсы по дискретной математике и математической логике, теории алгоритмов, модели данных и систем управления базами данных. Методы, излагаемые в курсе «Интеллектуальные информационные системы», используются при изучении ряда дисциплин специализации.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- типы задач искусственного интеллекта, их особенности и свойства;
- модели, методы для решения задач, основанных на знаниях.
- методологию формализации и решения задач искусственного интеллекта;

- технологию построения систем искусственного интеллекта.
- принципы проектирования информационной составляющей практических задач искусственного интеллекта;

*уметь:*

- работать с новыми видами информации (знаниями) и владеть технологией проектирования и функционирования компьютерных систем, основанных на знаниях;
- использовать модели дедуктивного и индуктивного вывода, и представлять в целом их возможности и ограничения;
- использовать средства и понимать цели разработки компьютерных систем для решения задач искусственного интеллекта.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 145 часов, в том числе 68 аудиторных часов, из них лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа.

### Примерный тематический план

Название раздела	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел I. Задачи и виды информации в искусственном интеллекте</b>			
1. Задачи искусственного интеллекта	8	4	4
2. Понятие информации, данных, знаний	8	4	4
3. Модели представления знаний	8	4	4
<b>Раздел II. Математические модели искусственного интеллекта</b>			
4. Логические модели	12	6	6
5. Нейронные сети и генетические алгоритмы	8	4	4
6. Модели распознавания образов	4	2	2
7. Нечеткая математика и соответствующие модели	4	2	2
<b>Раздел III. Системы и среды для решения проблем искусственного интеллекта</b>			
8. Экспертные системы и их использование	8	4	4
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Раздел I. Задачи и виды информации в искусственном интеллекте**

#### ***1. Задачи искусственного интеллекта***

Общее представление о проблематике искусственного интеллекта. История предмета, его место среди других дисциплин информатики и в естествознании. Интеллектуальные информационные системы: назначение, средства и цели разработки.

Искусственный интеллект и области его применения. Основные термины. Проблема искусственного интеллекта. Возможность создания. Области применения и некоторые конкретные задачи искусственного интеллекта. Общее представление о проблеме.

Характеризация классов задач, решаемых искусственным интеллектом. Конструктивная и качественная части задачи. Задачи искусственного интеллекта и программы. Концепция системы, основанной на знаниях и ее структура.

#### ***2. Понятие информации, данных, знаний***

Понятие информации, данных, знаний. Представление об информации. Модель информации. Типы информации. Измерение информации.

Формализация понятия знаний. Соотношение между данными и знаниями. Смысл проблемы представления знаний. Модели представления знаний. Технология знаний. Определение данных и знаний в терминах объектного программирования (через < объект, связь >).

#### ***3. Модели представления знаний***

Логическая модель представления знаний. Сетевая модель представления знаний. Продукционная модель представления знаний. Фреймовая модель представления знаний.

### **Раздел II. Математические модели искусственного интеллекта**

#### ***4. Логические модели***

Необходимость логики в искусственном интеллекте. Соотношение искусственного интеллекта и логики. Классификация логических формализмов.

Логические системы. Алфавит, аксиомы, правила вывода. Выполнимые и общезначимые формулы. Проблема доказуемости в логических системах. Алгоритмы доказательства разрешимости в логике высказываний. Принцип резолюций. Алгоритм резолюции для формул, не приведенных к конъюнктивной нормальной форме.

Основные определения исчисления предикатов. Доказательство выполнимости в исчислении предикатов. Алгоритм приведения к конъюнктивной нормальной форме. Метод резолюций в исчислении предикатов. Алгоритм резолюции с унификацией.

Соотношение дедуктивных и индуктивных логик. Примеры индуктивных логик и их использование в искусственном интеллекте.

### ***5. Нейронные сети и генетические алгоритмы***

Перцептроны. Общие понятия о нейронной сети. Полносвязные и многослойные нейронные сети. Обучение нейронной сети. Сети обратного и встречного распространения. Связь с искусственным интеллектом.

Генетические алгоритмы. Компоненты генетических алгоритмов. Операции в генетических алгоритмах. Принцип работы генетических алгоритмов. Генетическое программирование. Операции над деревьями. Связь с искусственным интеллектом.

### ***6. Модели распознавания образов***

Общее представление о задаче распознавания образов. Постановки задач распознавания образов. Алгоритмы распознавания образов. Связь с искусственным интеллектом.

### ***7. Нечеткая математика и соответствующие модели***

Необходимость нечеткой математики. Определение нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами. Требование, предъявляемое к операциям. Нечеткие логические переменные. Связь с искусственным интеллектом.

## **Раздел III. Системы и среды для решения проблем искусственного интеллекта**

### ***8. Экспертные системы и их использование***

Задачи искусственного интеллекта и программы. Концепция системы, основанной на знаниях. Структура системы, основанной на знаниях – KBS (knowledge base system).

Структура программных средств для решения задач искусственного интеллекта. Функциональные, методологические и технологические требования к интеллектуальным информационным системам

Назначение и структура экспертных систем. Разработка экспертных систем. Задачи, решаемые экспертной системой. Примеры и проблемы.

Проблема представления знаний в экспертных системах. Продукционная модель представления знаний. Архитектура экспертных систем. Методология и этапы разработки экспертных систем.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

- Искусственный интеллект : справочник : в 3 т. – М. : Радио и связь, 1990.
- Лорьер, Ж.-Л.* Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер. – М : Мир, 1991.
- Люггер, Д. Ф.* Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Д. Ф. Люггер – М. : Вильямс, 2003.
- Тейз, А.* Логический подход к искусственному интеллекту / А. Тейз, Р. Грибмон. – М. : Мир, 1990.
- Уинстон, П. Искусственный интеллект / Уинстон. – М. : Мир, 1980.
- Хофштадтер, Д.* Гедель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда / Д. Хофштадтер. – Самара : Бахрах-М, 2001.

### Дополнительная

- Братко, И.* Программирование на языке ПРОЛОГ для искусственного интеллекта / И. Братко. – М. : Мир, 1990.
- Гренандер, У.* Лекции по теории образов / У. Гренандер. – М. : Мир, 1979. – Т. 1.
- Дьюдни, А. К.* О разуме, машинах и метафизике / А. К. Дьюдни // В мире науки. – 1990. – № 3.
- Кайберг, Г.* Вероятность и индуктивная логика / Г. Кайберг. – М. : Прогресс, 1978.
- Математическая логика и ее применения : сб. ст. / под ред. Э. Нагела [и др.]. – М. : Мир, 1965.
- Методы логического анализа : сб. ст. / под ред. П. В. Таванец. – М. : Наука, 1977.
- Нильсон, Н.* Обучающиеся машины / Н. Нильсон. – М. : Мир, 1967.
- Прикладные нечеткие системы / под ред. Т. Тэрано [и др.]. – М. : Мир, 1993.
- Проблемы логики научного познания : сб. ст. / под ред. П. В. Таванец. – М. : Наука, 1964.
- Уоссермен, Ф.* Нейрокомпьютерная техника / Ф. Уоссерман. – М. : Мир, 1992.
- Уотерман, Д.* Руководство по экспертным системам / Д. Уотерман. – М. : Мир, 1989.
- Черчленд, П. М.* Может ли машина мыслить? / П. М. Черчленд., П. С. Черчленд // В мире науки. – 1990. – № 3.

# **МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.266/тип.

**Составители:**

**В. В. Бобков**, профессор кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

**П. А. Вакульчик**, доцент кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**В. И. Репников**, доцент кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра вычислительных методов и программирования Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Л. А. Янович**, главный научный сотрудник отдела нелинейного и стохастического анализа Института математики Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой вычислительной математики Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 21.10.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Методы численного анализа» ставит своей целью подготовку студентов к разработке и применению с помощью ЭВМ вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе математического моделирования.

Дисциплина «Методы численного анализа» непосредственно связана с дисциплинами «Вычислительные методы алгебры», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Уравнения математической физики».

Изучение курса преследует цель сформировать у студентов навыки проведения вычислительного эксперимента.

При изложении курса важно не только знакомить студентов с теоретическими характеристиками алгоритмов, но и указывать возможные пути улучшения последних при адаптации алгоритмов к решению конкретных задач математического моделирования.

В результате изучения дисциплины выпускник должен *знать*:

- основные подходы к исследованию существующих и созданию новых алгоритмов решения указанных классов задач;
- методы решения численных уравнений и систем таких уравнений;
- основные понятия и методы решения задач теории приближения;
- методы теории квадратур;
- методы решения интегральных уравнений (в том числе в некорректной постановке);
- классические методы решения основных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений;

*уметь*:

- решать нелинейные уравнения и системы;
- приближать функции;
- решать основные задачи для функциональных уравнений;
- адаптировать известные алгоритмы к решению конкретных естественнонаучных задач на компьютере.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисци-

плины 340 учебных часов, в том числе 170 аудиторных часов: лекции – 102 часа, лабораторные занятия – 68 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
1. Введение	2	2	
<b>Раздел I. Методы решения нелинейных уравнений</b>			
2. Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем	8	4	4
3. Вариационный подход к решению нелинейных систем	4	2	2
<b>Раздел II. Приближение функций</b>			
4. Интерполирование	8	4	4
5. Сплайн-приближения	6	2	4
6. Наилучшие приближения	8	4	4
<b>Раздел III. Численное интегрирование</b>			
7. Интерполяционные квадратурные формулы	12	6	6
8. Квадратурные формулы типа Гаусса	8	4	4
<b>Раздел IV. Численное решение интегральных уравнений</b>			
9. Методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерры второго рода	8	4	4
10. Методы решения некорректных задач	4	2	2
<b>Раздел V. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений</b>			
11. Методы решения задачи Коши	18	12	6
12. Методы решения краевых задач	32	22	10
<b>Раздел VI. Методы численного решения дифференциальных уравнений с частными производными</b>			
13. Элементы теории разностных схем	28	18	10
14. Разностные схемы для основных уравнений математической физики	24	16	8
<b>Итого:</b>	<b>170</b>	<b>102</b>	<b>68</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. Введение

Предмет дисциплины «Методы численного анализа» и основные задачи, излагаемые в указанном курсе.

## **Раздел I. Методы решения нелинейных уравнений**

### ***2. Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем***

Метод простых итераций решения нелинейных уравнений и систем. Теорема сходимости. Аналог метода Зейделя. Метод Ньютона для одного уравнения. Видоизменения метода Ньютона. Метод Ньютона для систем нелинейных уравнений.

### ***3. Вариационный подход к решению нелинейных систем***

Сведение решения системы нелинейных уравнений к решению вариационных задач. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.

## **Раздел II. Приближение функций**

### ***4. Интерполирование***

Постановка задачи интерполирования и ее разрешимость. Алгебраическое интерполирование. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Остаток интерполирования в форме Лагранжа. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона для неравномерной сетки. Конечные разности и их свойства. Интерполяционные формулы Ньютона для равномерной сетки. Интерполяционная формула Стирлинга. Многочлены Чебышева. Минимизация остатка интерполирования. Интерполирование с кратными узлами. Многочлен Эрмита. Остатки интерполирования с кратными узлами.

### ***5. Сплайн-приближения***

Понятие сплайн-функции. Сплайн-интерполирование. Построение кубического сплайна. Вариационная и физическая интерпретация кубического сплайна.

### ***6. Наилучшие приближения***

Задача о наилучшем приближении в линейных нормированных пространствах. Метод наименьших квадратов. Среднеквадратичные приближения. Применение интерполирования к вычислению производных. Погрешность формул приближенного дифференцирования.

## **Раздел III. Численное интегрирование**

### ***7. Интерполяционные квадратурные формулы***

Квадратурные формулы и связанные с ними задачи. Интерполяционные квадратурные формулы. Простейшие квадратурные формулы Ньютона – Котеса. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций,

Симпсона. Оценки точности квадратурных формул. Правило Рунге и автоматический выбор шага интегрирования.

### ***8. Квадратурные формулы типа Гаусса***

Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности (НАСТ). Критерий и свойства квадратурных формул НАСТ. Теоремы существования, единственности и о свойствах узлов квадратурных формул НАСТ. Частные случаи квадратурных формул НАСТ. Выделение особенностей интегрируемых функций.

## **Раздел IV. Численное решение интегральных уравнений**

### ***9. Методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерры второго рода***

Метод механических квадратур решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Метод замены ядра на вырожденное. Метод последовательных приближений решения интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Метод квадратур и метод последовательных приближений решения интегрального уравнения Вольтерры второго рода. Метод Галеркина решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерры второго рода.

### ***10. Методы решения некорректных задач***

Понятие устойчивости и корректности задачи. Уравнение Фредгольма первого рода как некорректная задача. Метод регуляризации решения некорректных задач.

## **Раздел V. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений**

### ***11. Методы решения задачи Коши***

Методы решения задачи Коши. Построение одношаговых методов способом разложения решения в ряд Тейлора. Одношаговые методы типа Рунге – Кутты. Построение вычислительных правил на основе принципа последовательного повышения порядка точности. Главный член погрешности. Правило Рунге. Методы решения жестких систем. Многошаговые методы. Экстраполяционный и интерполяционный методы Адамса.

### ***12. Методы решения краевых задач***

Многоточечные и граничные задачи. Решение линейных граничных задач. Метод дифференциальной прогонки. Метод стрельбы. Метод редукции. Методы решения нелинейных задач. Метод сеток решения граничных задач. Разрешимость системы разностных уравнений. Метод

разностной прогонки. Методы Галеркина, моментов, наименьших квадратов, Рунге.

## **Раздел VI. Методы численного решения дифференциальных уравнений с частными производными**

### ***13. Элементы теории разностных схем***

Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Постановка разностной задачи. Сходимость и устойчивость разностных схем. Математический аппарат теории разностных схем.

### ***14. Разностные схемы для основных уравнений математической физики***

Разностные схемы для уравнения теплопроводности, переноса, колебания струны. Устойчивость и методы реализации. Разностная задача Дирихле для уравнения Пуассона и методы ее реализации. Метод конечных элементов. Экономичные разностные схемы для многомерного уравнения теплопроводности. Нелинейная задача теплопроводности и разностные схемы ее решения.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

*Бахвалов, Н. С.* Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Бином, 2004. – 636 с.

*Бахвалов, Н. С.* Численные методы : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов. – М. : Наука, 1975. – 632 с.

*Калиткин, Н. Н.* Численные методы : учеб. пособие / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

*Крылов, В. И.* Вычислительные методы : учеб. пособие / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырный. – М. : Наука, 1976. – Т. 1. – 304 с.; 1977. – Т. 2. – 400 с.

*Марчук, Г. И.* Методы вычислительной математики : учеб. пособие / Г. И. Марчук. – М. : Наука, 1989. – 608 с.

*Самарский, А. А.* Введение в численные методы : учеб. пособие / А. А. Самарский. – М. : Наука, 1983. – 272 с.

*Самарский, А. А.* Численные методы : учеб. пособие / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М. : Наука, 1989. – 432 с.

*Тихонов, А. Н.* Методы решения некорректных задач : учеб. пособие / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М. : Наука, 1986. – 286 с.

### **Дополнительная**

*Крылов, В. И.* Вычислительные методы высшей математики / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырский. – Минск : Выш. шк., 1972. – Т. 1. – 584 с.; 1975. – Т. 2. – 672 с.

*Мак-Кракен, Д.* Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ / Д. Мак-Кракен, У. Дорн. – М. : Мир, 1977. – 400 с.

*Мысовских, И. П.* Лекции по методам вычислений / И. П. Мысовских. – СПб. : Изд-во Петербург. ун-та, 1998. – 472 с.

# **МОДЕЛИ ДАННЫХ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
30.06.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.295/тип.

**Составители:**

**С. И. Кашкевич**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**А. Н. Исаченко**, доцент кафедры математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра электронных вычислительных машин Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

**Б. А. Железко**, заведующий кафедрой экономической информатики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат технических наук, доцент.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математического обеспечения автоматизированных систем управления Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 22.09.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 01.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03. 2009 г.);

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Модели данных и системы управления базами данных» знакомит студентов с методами разработки программных продуктов, основанных на базах данных, с проектированием моделей баз данных, администрированием систем баз данных. Особое внимание уделяется механизмам доступа к реляционным базам данных, написанию запросов на языке SQL, проектированию интерфейса пользователя.

При изучении дисциплины также рассматривается содержание основных этапов процесса создания программного продукта, ориентированного на работу с базами данных, в том числе: анализ предъявляемых требований, проектирование модели предметной области, выбор системы управления базами данных, создание базы данных на основе спроектированной модели, начальное заполнение базы данных, сопровождение и администрирование баз данных.

Отдельные темы посвящены определению модели процесса разработки и управления проектом, что особенно важно при работе в команде.

Основой для изучения технологии программирования являются курсы «Программирование», «Технология программирования», «Алгоритмы и структуры данных», «Проектирование и анализ алгоритмов». Методы, излагаемые в курсе, используются при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение технологии работы с базами данных и системами управления базами данных позволяет студентам получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы по специальности.

Цель изучения дисциплины: дать студентам знания по принципам функционирования систем управления базами данных и работе с этими системами.

Задачи изучения дисциплины: научить студентов проектировать базы данных и интерфейсы пользователя, использовать средства систем управления базами данных для доступа к данным, выполнять действия по администрированию баз данных.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- классификацию, структуру, составные части, интерфейсы систем управления базами данных;
- методологию формализации предметных областей;

- основные принципы построения реляционных схем;
- принципы работы с различными системами управления базами данных;

*уметь:*

- строить модели для различных предметных областей, преобразовывать их в модели, ориентированные на конкретные системы управления базами данных;
- пользоваться CASE-средствами для моделирования предметной области;
- формировать запросы различного уровня сложности с использованием языка SQL;
- обращаться к базам данных из прикладных приложений, используя различные механизмы (ADO, ODBC и др.).

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 219 учебных часов, в том числе 118 аудиторных часов: лекции – 68 часов, лабораторные занятия – 50 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел I. Введение</b>			
1. Основные понятия и определения	1	1	
2. Классификация систем управления базами данных	1	1	
3. Категории пользователей систем управления базами данных	1	1	
4. Жизненный цикл систем баз данных	1	1	
<b>Раздел II. Проектирование баз данных</b>			
5. Логическое проектирование баз данных	2	2	
6. Модель «Сущность – связь»	10	4	6
7. Построение СУБД-ориентированных моделей	6	4	2
<b>Раздел III. Теория реляционных моделей баз данных</b>			
8. Основные понятия и определения реляционной модели	2	2	
9. Функциональные зависимости	4	4	
10. Нормализация отношений	6	4	2
11. Манипулирование данными в реляционных моделях	6	4	2
12. Реализация приложений с использованием настольных систем управления базами данных	6		6

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел IV. Основы языка SQL</b>			
13. Запросы к данным (команда SELECT)	10	6	4
14. Модификация данных	4	2	2
15. Построение и модификация объектов базы данных	6	4	2
16. Параметрические запросы	2	2	–
<b>Раздел V. Клиент-серверная организация обработки данных</b>			
17. Особенности реализации клиент-серверной модели	1	1	
18. Объекты базы данных Oracle	1	1	
<b>Раздел VI. Язык PL/SQL</b>			
19. Основные конструкции и типы данных языка	4	4	
20. Работа с исключениями			
21. Хранимые процедуры. Пакеты	4	2	2
22. Триггеры	4	2	2
23. Создание приложений с использованием системы управления базами данных Oracle	10	4	6
	10	–	10
<b>Раздел VII. Особенности совместной обработки транзакций</b>			
24. Коллизии, возникающие при совместной обработке данных	2	2	
2.5 Изоляция транзакций	4	2	2
26. Блокировки	2	2	–
<b>Раздел VIII. Администрирование баз данных</b>			
27. Функциональные обязанности администратора баз данных	1	1	
		3	
28. Пользователи. Привилегии и роли	3		
29. Копирование и восстановление баз данных	4	2	2
<b>Итого:</b>	<b>118</b>	<b>68</b>	<b>50</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел I. Введение

#### *1. Основные понятия и определения*

Децентрализованный и централизованный подход к организации данных. Преимущества и недостатки таких подходов. Определение базы данных. Определение системы управления базами данных.

## ***2. Классификация систем управления базами данных***

Критерии классификации систем управления базами данных. Классификация систем управления базами данных по типам поддерживаемых моделей. Клиент-серверные и настольные системы управления базами данных.

## ***3. Категории пользователей систем управления базами данных***

Основные категории пользователей: администраторы базы данных, прикладные программы, конечные пользователи. Интерфейсы, предоставляемые системами управления базами данных каждой категории пользователей.

## ***4. Жизненный цикл систем баз данных***

Особенности жизненного цикла систем баз данных. Фазы жизненного цикла. Фаза анализа и проектирования. Фаза функционирования. Работы, выполняемые на каждой из этих фаз.

## **Раздел II. Проектирование баз данных**

### ***5. Логическое проектирование баз данных***

Понятие предметной области. Формулирование и анализ требований к модели. Совместная работа проектировщиков и пользователей над моделью. Особенности логического проектирования баз данных. Типовые модели для логического проектирования баз данных.

### ***6. Модель «Сущность – связь»***

Понятия сущности, атрибута, связи. Характеристики атрибутов. Домены. Многозначные и композитные атрибуты. Идентификаторы и ключи.

Характеристики связей. Обязательные и необязательные связи. Связи 1:1, 1:M, M:M. Устранение связей «многие ко многим»

Пример логического проектирования базы данных с использованием модели «сущность – связь». CASE-средства для логического проектирования баз данных.

### ***7. Построение СУБД-ориентированных моделей***

Особенности моделей данных, используемых в различных системах управления базами данных. Иерархические и сетевые модели.

## **Раздел III. Теория реляционных моделей баз данных**

### ***8. Основные понятия и определения реляционной модели***

Определение атрибута, домена, отношения, кортежа. Преобразование модели «сущность – связь» в реляционную модель.

## **9. Функциональные зависимости**

Определение функциональной зависимости. Свойства функциональных зависимостей. Замыкание функциональных зависимостей. Построение минимального замыкания.

## **10. Нормализация отношений**

Первая нормальная форма. Аномалии обработки данных, находящихся в первой нормальной форме. Вторая и третья нормальные формы. Третья усиленная нормальная форма (форма Бойса – Кодда). Многозначные зависимости и четвертая нормальная форма.

## **11. Манипулирование данными в реляционных моделях**

Теоретические основы манипулирования данными. Реляционная алгебра. Теоретико-множественные операции реляционной алгебры. Операции проекции и выборки. Операция соединения. Внутренне, левое, правое соединение. Операция деления. Реляционное исчисление.

## **12. Реализация приложений с использованием настольных систем управления базами данных**

Система управления базами данных MS Access. Объекты базы данных MS Access. Построение таблиц с помощью конструктора. Преобразование модели формата ERWin в базу данных MS Access. Запросы, построитель запросов. Формы. Обработчики событий в формах. Отчеты, построение отчетов. Проектирование интерфейса, дружественного для конечного пользователя.

## **Раздел IV. Основы языка SQL**

### **13. Запросы к данным (команда SELECT)**

Общий формат команды SELECT. Элементы выбора. Источники данных. Фильтрация данных с помощью фразы WHERE. Использование функций ANY, ALL, EXISTS. Групповые функции. Реализация соединения нескольких таблиц.

Подзапросы. Группировка. Использование фразы HAVING при группировке данных. Упорядочение результатов запроса.

Множественные операции (UNION, MINUS, INTERSECT).

Фраза WHEN ... THEN.

### **14. Модификация данных**

Команды модификации данных (INSERT, UPDATE, DELETE). Модификация одной и нескольких записей.

### **15. Построение и модификация объектов базы данных**

Команды CREATE, ALTER, DROP. Особенности применения этих команд по отношению к различным объектам базы данных. Ограниче-

ния, накладываемые на таблицы. Ограничения уровня столбца и уровня таблицы.

Создание представлений (WIEW). Критерий модифицируемости представлений (применительно к системе управления базами данных Oracle).

### ***16. Параметрические запросы***

Необходимость создания и сохранения параметрических запросов. Особенности создания параметрических запросов в системе управления базами данных Oracle.

## **Раздел V. Клиент-серверная организация обработки данных**

### ***17. Особенности реализации клиент-серверной модели***

Определение клиента и сервера. Взаимодействие между клиентом и сервером. Преимущества и недостатки клиент-серверной организации данных. Двух- и трехуровневая схема обработки данных.

### ***18. Объекты базы данных Oracle***

Таблицы, индексы, представления. Хранимые подпрограммы. Пользователи. Схемы.

## **Раздел VI. Язык PL/SQL**

### ***19. Основные конструкции и типы данных языка***

Типы данных. Ссылочные типы. Создание пользовательских типов. Команды присваивания, ветвления, циклов. Использование команд SQL в программах на PL/SQL. Особенности использования команды SELECT.

Курсоры, команды для работы с курсорами. Атрибуты курсоров. Неявные курсоры и их атрибуты.

### ***20. Работа с исключениями***

Механизм обработки исключений в PL/SQL. Внутренние исключения. Пользовательские исключения. Работа с прагмой EXCEPTION\_INIT. Возбуждение исключений. Использование процедуры raise\_application\_error.

### ***21. Хранимые процедуры. Пакеты***

Преимущества работы с хранимыми процедурами. Зависимость хранимых процедур от данных. Состояние подпрограмм (действительная, недействительная). Перекомпиляция подпрограмм.

Пакеты. Заголовок и тело пакета. Использование пакетов, содержащих только заголовок.

## **22. Триггеры**

Определение триггера. Необходимость создания триггеров. Условия возбуждения триггеров. Включение и выключение триггеров. Операторные и строчные триггеры, реагирующие на изменение данных в таблицах, порядок их возбуждения.

Проблема изменяющихся таблиц при работе триггеров, механизмы ее решения.

Триггеры, реагирующие на другие события, возникающие в базе данных.

## **23. Создание приложений с использованием системы управления базами данных Oracle**

Механизмы доступа к системе управления базами данных Oracle из приложений, написанных на различных языках программирования (ODBC, OLE, ADO, JDBC).

## **Раздел VII. Особенности совместной обработки транзакций**

### **24. Коллизии, возникающие при совместной обработке данных**

Определение транзакции. Успешное завершение и откат транзакций. Контрольные точки.

Потерянное обновление. Доступ к промежуточным результатам транзакции. Строки-фантомы.

### **25. Изоляция транзакций**

Уровни изоляции транзакций. Сериализуемые транзакции. Уровни изоляции «повторяемое чтение», «завершенное чтение», «незавершенное чтение». Особенности изоляции транзакций в Oracle.

### **26. Блокировки**

Определение блокировки. Блокируемые ресурсы. Монопольная и коллективная блокировка. Оптимистические и пессимистические стратегии блокировки.

Особенности реализации блокировок в Oracle.

## **Раздел VIII. Администрирование баз данных**

### **27. Функциональные обязанности администратора баз данных**

Обязанности АБД: обеспечение безопасности базы данных; распределение прав и обязанностей по обработке данных; управление структурой базы данных; управление параллельной обработкой данных; управление системой управления базами данных.

## **28. Пользователи. Привилегии и роли**

Определение пользователя, привилегии и роли. Создание новых пользователей. Профили пользователей. Уровни привилегий Oracle: системные привилегии и привилегии доступа к объектам. Команды GRANT и REVOKE. Использование фразы WITH ADMIN OPTION. Использование фразы PUBLIC.

## **29. Копирование и восстановление баз данных**

Типы сбоев базы данных и их классификация. Средства копирования и восстановления. Механизмы восстановления. Откат и накат. Требования к безопасности баз данных и соответствующие стратегии копирования-восстановления.

Особенности реализации механизмов копирования-восстановления в Oracle.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / В. В. Корнеев [и др.]. – М. : Нолидж, 2000. – 352 с.

*Бэлтон, Д.* Внутренний мир Oracle 8. Проектирование и настройка : пер. с англ. / Д. Бэлтон, М. Гокмен, Дж. Ингрэм. – Киев : ДиаСофт, 2000. – 800 с.

*Грофф, Д. Р.* SQL : полное руководство / Д. Р. Грофф, П. Н. Вайнберг. – Киев : ВНУ, 1999. – 608 с.

*Дейт, К.* Введение в системы баз данных / К. Дейт. – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2001. – 1072 с.

*Исаченко, А. Н.* Модели данных и системы управления базами данных / А. Н. Исаченко, С. П. Бондаренко. – Минск : БГУ, 2007. – 220 с.

*Карпова, Т. С.* Базы данных. Модели, разработка, реализация / Т. С. Карпова. – СПб. : Питер, 2001. – 304 с.

*Кевин Луни.* Oracle Database 10g. Полный справочник / Кевин Луни. – М.; СПб. : Лори, 2006. – Т. 1 – 701 с.

*Конолли, Т.* Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Конолли, К. Бегг, А. Страчан. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2000. – 1120 с.

*Маклаков, С. В.* BPwin, ERwin. CASE-средства разработки информационных систем / С. В. Маклаков. – М. : Диалог-МИФИ, 2000. – 256 с.

*Хансен, Г.* Базы данных: разработка и управление / Г. Хансен, Дж. Хансен. – М. : Бинум, 1999. – 504 с.

*Хомоненко, А. Д.* Базы данных: учебник для высших учебных заведений / А. Д. Хомоненко, В. М. Цыганков, М. Г. Мальцев ; под ред. проф. А. Д. Хомоненко. – СПб. : КОРОНА-принт, 2000. – 416 с.

### **Дополнительная**

*Архангельский, А. Я.* Программирование в Delphi 7 / А. Я. Архангельский. – М. : Бинум, 2003. – 1152 с.

*Вейскас, Д.* Эффективная работа с Microsoft Access 2000 / Д. Вейскас. – СПб. : Питер, 2000. – 1040 с.

*Oracle 8.* Энциклопедия пользователя. – К. : Диасофт, 1999. – 864 с.

*Урман, Л.* Oracle 8. Программирование на языке PL/SQL / Л. Урман. – К. : Лори, 1999. – 608 с.

*Баженова, И. Ю.* Oracle 8/8i. Уроки программирования / И. Ю. Баженова. – М. : Диалог-Мифи, 2000. – 304 с.

*Пэйдж, В. Дж.* Использование Oracle 8/8i / В. Дж. Пэйдж. – М. : Вильямс, 2000. – 1024 с.

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
14.04.2010 г.  
Регистрационный № ТД-Г.259/тип.

### **Составитель**

**В. М. Котов**, заведующий кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

### **Рецензенты:**

кафедра прикладной математики и информатики Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

**Н. А. Лиходед**, заведующий отделом параллельных вычислительных процессов Института математики Национальной академии наук Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор.

### **Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 10.10.2008 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 1.12.2008 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 10.03.2009 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Проектирование и анализ алгоритмов» изучает и исследует методы решения  $NP$ -трудных задач дискретной оптимизации.

Цель дисциплины – изучение подходов к организации перебора вариантов и построению эффективных алгоритмов для  $NP$ -трудных задач.

Задача дисциплины – выработать навыки по организации перебора вариантов, построению и оценке приближенных алгоритмов.

Дисциплина «Проектирование и анализ алгоритмов» знакомит студентов с такими фундаментальными понятиями, как погрешность алгоритмов, анализ наихудшего случая, гарантированная оценка алгоритма, параллельные алгоритмы и теория кодирования. Большое внимание уделяется таким способам решения задач, как организация перебора вариантов с отсечениями и построение приближенных алгоритмов. Даются начальные знания, необходимые для построения и анализа алгоритмов в условиях наличия неполной информации о входных данных. В курсе также рассматриваются различные модели вычислений (в том числе и параллельных).

Основой для изучения дисциплины «Проектирование и анализ алгоритмов» являются следующие курсы: «Дискретная математика и математическая логика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Программирование», «Алгоритмы и структуры данных». Методы, излагаемые в курсе, используются при изучении дисциплины «Исследование операций», а также при изучении ряда дисциплин специализации. Изучение курса позволяет дать студентам базу, необходимую для успешного усвоения материала перечисленных выше учебных дисциплин, а также получить знания, необходимые им в дальнейшем для успешной работы.

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*:

- организацию полного перебора вариантов, отсечения;
- виды погрешностей приближенных алгоритмов;
- основные модели параллельных вычислений и способы распараллеливания;
- способы сжатия информации.

*уметь*:

- находить нижнюю оценку оптимального решения;
- осуществлять обход дерева перебора вариантов и отсеивать недопустимые и бесперспективные варианты;
- оценивать качество приближенных алгоритмов;

- применять основные приемы распараллеливания алгоритмов;
- реализовывать основные алгоритмы сжатия информации.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 145 учебных часов, в том числе 68 аудиторных часов: лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	лабораторные занятия
<b>Раздел I. Перебор вариантов</b>			
1. Построение дерева вариантов	10	2	8
2. Методы отсечений	12	4	8
<b>Раздел II. Приближенные алгоритмы</b>			
3. Погрешность алгоритмов. Нижние оценки оптимального решения. Матроидные структуры. Разрешимые случаи.	16	8	8
4. Алгоритмы с гарантированной оценкой	10	4	6
<b>Раздел III. Параллельные алгоритмы</b>			
5. Модели параллельных вычислений	5	4	1
6. Методы распараллеливания	9	8	1
<b>Раздел IV. Теория кодирования</b>			
7. Алгоритмы на основе вероятности	3	2	1
8. Алгоритмы с учетом повторения	3	2	1
<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### Раздел I. Перебор вариантов

#### *1. Построение дерева вариантов*

Построение дерева вариантов. Способы обхода: односторонний и фронтальный.

#### *2. Методы отсечений*

Методы уменьшения перебора: отсечения по повторению, по недопустимости. Понятие рекорда и нижней оценки. Отсечения по рекорду.

## **Раздел II. Приближенные алгоритмы**

### ***3. Погрешность алгоритмов. Нижние оценки оптимального решения. Матроидные структуры. Разрешимые случаи***

Построение приближенных решений. Погрешность алгоритмов. Анализ наихудшего случая. Градиентные алгоритмы. Матроидные структуры. Разрешимые случаи для задачи гамильтонова цикла. Теорема Дирака, Хватала.

### ***4. Алгоритмы с гарантированной оценкой***

Алгоритмы с гарантированной оценкой.  $\varepsilon$ -приближенные и быстрые  $\varepsilon$ -приближенные алгоритмы. Алгоритмы с неполной информацией. On-line и semi on-line версии задач (задачи с неполной информацией о входных данных), алгоритмы их решения и способы оценки качества решений.

## **Раздел III. Параллельные алгоритмы**

### ***5. Модели параллельных вычислений***

Сортирующие сети. Компараторы. Полуочиститель. Сети слияния. Модели параллельных вычислений. Понятие PRAM-машины. Различные типы машин: EREW PRAM, CREW PRAM, CRCW PRAM (Weak, Common, Arbitrary, Priority, Strong). Связь между ними.

### ***6. Методы распараллеливания***

Общие методы распараллеливания: метод сдваивания, матричная техника, сепараторы. Рандомизированные алгоритмы.

## **Раздел IV. Теория кодирования**

### ***7. Алгоритмы на основе вероятности***

Алгоритмы на основе вероятности. Алгоритм Хаффмена, Шенона. Арифметическое кодирование.

### ***8. Алгоритмы с учетом повторения***

Алгоритмы типа Лемпеля – Зива. Алгоритм Левенштейна.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

Ахо, А. В. Структуры данных и алгоритмы : учеб. пособие / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2000. – 384 с.

Кормен, Т. Алгоритмы : построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М. : Вильямс, 2005. – 1296 с.

*Котов, В. М.* Структуры данных и алгоритмы : теория и практика / В. М. Котов, Е. П. Соболевская : учеб. пособие.– Минск : БГУ, 2004. – 252 с.

*Ковалев, М. Я.* Теория алгоритмов / М. Я. Ковалев, В. М. Котов, В. В. Лепин. – Минск : БГУ, 2003. – Ч. 2: Приближенные алгоритмы. – 147 с.

### **Дополнительная**

*Волчкова, Г. П.* Сборник задач по теории алгоритмов. Организация перебора вариантов и приближенные алгоритмы : для студентов спец. 1-31 03 04 «Информатика» / Г. П. Волчкова, В. М. Котов, Е. П. Соболевская. – Минск : БГУ, 2008. – 59 с.

*Пападдимитриу, Х.* Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность / Х. Пападдимитриу, К. Стайглиц. – М. : Мир, 1971. – 512 с.

*Рейнгольд, Э.* Комбинаторные алгоритмы теория и практика / Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М. : Мир, 1980. – 476 с.

*Weiss, Mark Allen.* Data structures and algorithm analysis / Mark Allen Weiss. – Benjamin /Cummings Publishing Company, 1992. – 455 p.

*Shaffer, C.* A Practical Introduction to Data Structure and Algorithm Analysis / C. Shaffer. – London : Prentice Hall International, 1997. – 494 p.

# **ОХРАНА ТРУДА**

## **Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
30.04.2012 г.  
Регистрационный № ТД-Г.403/тип.

**Составитель**

**А. И. Урбанович**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра информационных технологий в образовании Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

**И. П. Семенов**, заведующий кафедрой гигиены труда Учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат медицинских наук, доцент.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математической физики Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 17.02.2011 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 21.02.2011 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 2 от 12.04.2011 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Охрана труда» знакомит студентов с основными положениями законодательства о труде и об охране труда. Охрана здоровья работников, обеспечение безопасных условий труда, ликвидация производственного травматизма и профессиональных заболеваний составляет одну из главных задач государства в социальной сфере.

Одним из важных путей дальнейшего снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости является повышение качества и эффективности обучения охране труда и обеспечение тем самым строгого и точного выполнения каждым работником своих обязанностей по охране труда. Многочисленными исследованиями установлена прямая связь между трудовой квалификацией, знаниями в области охраны труда и уровнем производственного травматизма, что обуславливает необходимость уделять повышенное внимание обучению молодых специалистов охране труда. Обучение и проверка знаний по вопросам охраны труда является важнейшим элементом системы мер по предупреждению аварий, травматизма на производстве, обеспечению конституционного права граждан на здоровье и безопасные условия труда. Цель дисциплины – обучение студентов вопросам охраны труда, ознакомление с основными видами деятельности правового, организационного, технического и санитарно-гигиенического характера, направленными на обеспечение безопасных условий труда. Важнейшей целью обучения является также формирование у молодых специалистов необходимых знаний по организации работы по охране труда на предприятиях и в учреждениях.

В результате изучения дисциплины студенты должны

*знать:*

- основы государственной политики в области охраны труда;
- нормативные предписания, направленные на сохранение жизни, здоровья и работоспособности работников в процессе их трудовой деятельности, содержащиеся в нормативных правовых актах, в том числе технических нормативных правовых актах;
- основы пожарной безопасности и электробезопасности при работе с вычислительной техникой;

*уметь:*

- проводить государственную политику в области охраны труда;

- проводить организационные мероприятия, принимать защитные меры и использовать методы, предотвращающие воздействия на работающих недопустимых рисков;
- проводить проверку знаний и инструктаж по вопросам охраны труда;
- оказать первую помощь пострадавшим в результате несчастных случаев.

При проведении лекций по дисциплине «Охрана труда» возможно использование проблемного изложения некоторых аспектов и использование частично-поискового метода.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечивается наличием и полной доступностью электронных (и бумажных) курсов лекций, учебно-методических пособий. А также на практических занятиях по дисциплине рекомендуется использовать индивидуальный, творческий подход, а именно: студенту дается индивидуальное задание по проблеме с последующей реализацией этого задания в виде реферата.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 26 учебных часов, в том числе: аудиторных часов – 18, лекций – 12 часов, семинарских занятий – 6 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	семинарские занятия
1. Охрана труда и ее социально-экономическое значение. Государственная политика в области охраны труда	3	3	
2. Практика применения законодательства о труде	4	2	2
3. Основные вопросы по организации работы по охране труда	2	1	1
4. Опасные и вредные производственные факторы условий труда и меры защиты от них	1	1	
5. Основы промышленной безопасности опасных производственных объектов	1	1	
6. Требования к санитарно-бытовому и лечебно-профилактическому обслуживанию работников	1	1	
7. Обеспечение электробезопасности	2	1	1
8. Пожарная безопасность	2	1	1
9. Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	2	1	1
<b>Итого:</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### ***1. Охрана труда и ее социально-экономическое значение. Государственная политика в области охраны труда***

Законодательная и нормативная основа охраны труда. Понятие охраны труда. Основные принципы государственной политики в области охраны труда. Конституция Республики Беларусь – гарантия прав граждан на здоровые и безопасные условия труда, охрану их здоровья. Правовая основа организации работы по охране труда в республике. Трудовой кодекс Республики Беларусь – основополагающий законодательный акт, регулирующий правовые отношения в сфере охраны труда. Основные положения Закона Республики Беларусь «Об охране труда».

Государственный надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде, правил и норм по охране труда. Общественный контроль за соблюдением законодательства о труде.

Ответственность за нарушение законодательства о труде, правил и норм по охране труда.

### ***2. Практика применения законодательства о труде***

Трудовой договор. Заключение трудового договора. Срок трудового договора. Содержание и условия трудового договора. Изменение и прекращение трудового договора.

Коллективный договор, его стороны, содержание, форма. Контроль за исполнением коллективного договора, ответственность сторон за его неисполнение.

Рабочее время и время отдыха. Труд женщин и молодежи. Применение труда инвалидов. Компенсации за работу в неблагоприятных условиях труда.

Ответственность за несоблюдение законодательства о труде (дисциплинарная, административная, уголовная и иная ответственность).

### ***3. Основные вопросы по организации работы по охране труда***

Организация управления охраной труда на предприятии, в учреждении. Система управления охраной труда на предприятии.

Обучение, инструктаж, проверка знаний работников по вопросам охраны труда. Виды и задачи инструктажа по безопасности труда: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой. Сроки проведения инструктажей, оформление проведенного инструктажа. Пропаганда охраны труда на предприятии.

#### ***4. Опасные и вредные производственные факторы условий труда и меры защиты от них***

Классификация основных опасных и вредных производственных факторов. Группы факторов: физические, химические, биологические, психофизиологические. Понятие о предельно допустимых концентрациях вредных веществ в воздухе рабочей зоны, предельно допустимых уровнях физических факторов.

Безопасность производственного оборудования и производственных процессов. Требования безопасности при проведении работ с источниками электромагнитного излучения. Гигиенические требования при работе с видеодисплейными терминалами, электронно-вычислительными машинами и персональными компьютерами.

Обеспечение работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

#### ***5. Основы промышленной безопасности опасных производственных объектов***

Закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов. Основные вопросы организации безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Основные требования по обеспечению радиационной безопасности.

#### ***6. Требования к санитарно-бытовому и лечебно-профилактическому обслуживанию работников***

Санитарно-бытовые помещения для обслуживания работников. Обеспечение работников смывающими и обезвреживающими веществами и средствами личной гигиены. Организация условий для осуществления личной гигиены на производстве. Организация медицинских осмотров. Основы производственной санитарии труда. Понятие первой помощи. Оказание первой доврачебной помощи потерпевшему.

#### ***7. Обеспечение электробезопасности***

Организация работы по обеспечению электробезопасности на предприятии, в учреждении. Нормативно-техническая документация по электробезопасности. Виды поражений электрическим током. Основные защитные мероприятия. Порядок проверки знаний персоналом правил электробезопасности и производственных инструкций. Техника безопасности при работе с вычислительной техникой.

#### ***8. Пожарная безопасность***

Нормативно-техническая документация по пожарной безопасности. Сущность процессов горения и взрыва; самовозгорание, источники вос-

пламенения. Обязанности руководителей предприятий по обеспечению пожарной безопасности. Пожарная безопасность электроустановок, серверов, компьютеров. Основные причины пожаров. Меры пожарной безопасности, назначение и местонахождение средств пожаротушения и противопожарного оборудования и инвентаря. Правила использования огне-тушащих средств. Действия работников при обнаружении пожара. Порядок сообщения о пожаре. Эвакуация людей и материальных ценностей. Тушение пожара.

### ***9. Расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний***

Расследование и учет несчастных случаев. Возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью работника, связанного с исполнением им трудовых обязанностей. Законодательные и нормативные правовые акты, регулирующие вопросы возмещения вреда. Сущность возмещения вреда. Виды возмещения вреда.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Текущий контроль по дисциплине «Охрана труда» рекомендуется осуществлять в течение процесса обучения в виде вопросов для самоконтроля и проведения коллоквиумов (лекционная часть курса).

Для закрепления и проверки знаний и умений студентов (практическая часть курса) рекомендуется разработать систему индивидуальных заданий с последующей подготовкой студентами рефератов.

Успеваемость студентов в рамках дисциплины «Охрана труда» рекомендуется оценивать в форме зачета.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

Вводный инструктаж по охране труда / А. В. Семич [и др.]. – Минск : ЦОТЖ, 2003. – 269 с.

Кляузе, В. П. Охрана труда: правовые и организационные вопросы / В. П. Кляузе. – Минск : Дидактика, 2006. – 416 с.

Кравченя, Э. М. Охрана труда и основы энергосбережения : учеб. пособие / Э. М. Кравченя, Р. Н. Козел, И. П. Свирид. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 288 с.

Лазаренков, А. М. Охрана труда в энергетической отрасли : учебник для студентов вузов по энергетическим специальностям / А. М. Лазаренков, Л. П. Филянович, В. П. Бубнов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 655 с.

Михнюк, Т. Ф. Охрана труда: учеб. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальностям в области радиоэлектроники и информатики / Т. Ф. Михнюк. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 320 с.

Обучение, повышение квалификации. Проверка знаний и инструктаж работников по охране труда и промышленной безопасности : практ. пособие / сост.: В. В. Король [и др.]. – ЦОТЖ, 2004. – 209 с.

Охрана труда : лабораторный практикум для студентов всех специальностей / сост.: А. М. Лазаренков, [и др.]. – Минск : БНТУ, 2008. – 152 с.

Порядок организации работы по охране труда в учреждениях и организациях системы Министерства образования / сост. Т. В. Поливкина. – Минск : Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2009. – 344 с.

*Семич, А. В.* Система менеджмента охраны здоровья и безопасности труда в организации (базовый вариант) : монография / А. В. Семич, В. П. Семич, И. А. Михайлюк. – Минск : Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2008. – 306 с.

*Семич, В. П.* Практическое пособие по охране труда / В. П. Семич, А. В. Семич. – Минск : ЦОТЖ, 2004. – 304 с.

*Челноков, А. А.* Охрана труда : учеб. пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – 3-е изд., испр. – Минск : Выш. шк., 2007. – 463 с.

### **Дополнительная**

Административные и бытовые здания. СНБ 3.02.03-03.

Закон Республики Беларусь «Об охране труда» от 23 июня 2008 г. № 356-3 и документы, принятые в целях его реализации. – Минск : Библиотека журнала «Ахова працы» – 2009. – № 2.

Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями).

Правила пожарной безопасности Республики Беларусь для учреждений и организаций системы образования. ППБ 2.27-2005. – Минск : РИВШ, ЦОТЖ, 2005. – 40 с.

Практикум по безопасности жизнедеятельности : учеб. пособие к лабораторным и практическим работам / под общ. ред. А. В. Фролова. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 490 с.

Производственно-практическое издание «Система управления охраной труда». – Минск : 2005. – 172 с.

Рекомендации по применению «Правил пожарной безопасности Республики Беларусь для учреждений и организаций системы образования» / разработ.: В. П. Артемьев, С. А. Борисовец, Р. В. Давидовский. – Минск : Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2006. – 152 с.

Санитарные правила и нормы 2.1.2.12–13–2006 «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию высших учебных заведений» : утв. постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 21 августа 2006 г., № 101.

Санитарные правила и нормы 9-131 РБ «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы».

*Семич, В. П.* Охрана труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах и другой офисной технике : практ. пособие / сост.: В. П. Семич, А. В. Семич. – Минск : ЦОТЖ, 2005. – 86 с.

Трудовой кодекс Республики Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 232 с.

# **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**Типовая учебная программа**

Утверждено  
Министерством образования  
Республики Беларусь  
05.09.2012 г.  
Регистрационный № ТД-Г.433/тип.

**Составитель**

**А. И. Урбанович**, доцент кафедры высшей математики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**Рецензенты:**

кафедра общей биологии Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

**В. Г. Баштовой**, заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» Белорусского национального технического университета, доктор физико-математических наук, профессор.

**Рекомендована к утверждению в качестве типовой программы:**

кафедрой математической физики Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 17.02.2011 г.);

научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 21.02.2011 г.);

научно-методическим советом по прикладной математике и информатике Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 2 от 12.04.2011 г.).

**Ответственный за редакцию:** *О. А. Кастрица.*

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данная дисциплина знакомит студентов с основными направлениями современной экологии и энергосбережения.

Цели и задачи курса определяются Концепцией государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, законом «Об энергосбережении» и Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года.

В настоящее время экология превратилась в одну из главенствующих междисциплинарных наук, решающую самую актуальную проблему современности – изучение взаимоотношений человечества с окружающей средой. Это связано, прежде всего, с негативными экологическими последствиями воздействия антропогенных факторов на биосферу Земли. В курсе изучаются общие экологические закономерности взаимосвязи живых организмов с окружающей средой, раскрываются формы взаимосвязей между организмами, механизмы регуляции численности организмов, принципы функционирования экосистем и биосферной организации жизни. Обращается большое внимание на специфичные для Беларуси особенности природных условий существования живых организмов, на особо охраняемые природные территории, а также влияние аварии на Чернобыльской АЭС на экологию Республики Беларусь.

При изучении курса раскрывается взаимосвязь между экологией и энергетикой. Определена роль энергетики в развитии человеческого общества и уровне его цивилизации. Изложение основ энергосбережения имеет своей целью ознакомить студентов с новой мировой энергетической политикой, направленной на экономию энергоресурсов и повышению их энергоэффективности в процессе добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства и утилизации, а также с возобновляемыми источниками электрической и тепловой энергии, использующими энергетические ресурсы рек, энергию ветра, солнца, биомассы и др.

В результате изучения дисциплины студенты должны *знать*:

- основные инструменты государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и энергосбережения;
- методы бережного и рационального использования природных ресурсов;

- основные направления энергосбережения в различных сферах общественного производства;
- современные представления об энергоэффективности.

*уметь:*

- разъяснять важность природоохранной деятельности и энергосбережения для Республики Беларусь;
- использовать принципы и осуществлять практические мероприятия по энергосбережению в своей деятельности.

При проведении лекций по дисциплине «Основы экологии и энергосбережения» возможно использование проблемного изложения некоторых аспектов и использование частично-поискового метода.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются наличием и полной доступностью электронных (и бумажных) курсов лекций, учебно-методических пособий. А также на практических занятиях по дисциплине рекомендуется использовать индивидуальный, творческий подход, а именно: студенту дается индивидуальное задание по проблеме с последующей реализацией этого задания в виде реферата.

В соответствии с типовым учебным планом специальности 1-31 03 04 «Информатика» учебная программа предусматривает для изучения дисциплины всего 50 учебных часов, в том числе аудиторных часов – 34 часа: лекции – 20 часов, практические и лабораторных занятия – 14 часов.

### Примерный тематический план

Название раздела	Количество аудиторных часов		
	всего	в том числе	
		лекции	практические и лабораторные занятия
1. Введение	1	1	–
2. Состояние окружающей среды в Республике Беларусь	1	1	–
3. Экология популяций	4	2	2
4. Учение об экологических системах	6	4	2
5. Основные закономерности развития и динамики биосферы	4	2	2
6. Роль человека в эволюции биосферы	6	4	2
7. Энергосбережение и повышение энергоэффективности	8	4	4
8. Энергосбережение в быту	2	2	–
9. Научные основы охраны природы	2	–	2
<b>Итого:</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>14</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

### ***1. Введение***

Предмет, содержание и задачи экологии. Экология как одна из главенствующих наук будущего, ее основные разделы. Социальная экология. Экологическая защита.

### ***2. Состояние окружающей среды в Республике Беларусь***

Экологические проблемы в Республике Беларусь, расположенной в центре Европы. Концепция государственной политики в области охраны окружающей среды. Региональные экологические проблемы, пути их решения.

Радиоактивное заражение окружающей среды в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Радиация и жизнь: естественные источники радиации и источники, созданные человеком. Атомная энергетика. Радиационная безопасность.

### ***3. Экология популяций***

Понятие условий жизни и экологические факторы. Комплексное воздействие факторов, толерантность организма. Основные понятия экологии популяции. Популяционная структурированность вида (на примере человека). Плотность популяции. Репродуктивный потенциал. Факторы регуляции численности популяции. Рождаемость и смертность, продолжительность жизни. Возрастная структура популяции, типы возрастных пирамид.

### ***4. Учение об экологических системах***

Понятие экосистемы, биогеоценоза, биогеоценологии. Структурно-функциональная организация экосистем. Основные типы экосистем. Биологическая продуктивность экосистем. Динамика и энергетика экосистем.

### ***5. Основные закономерности развития и динамики биосферы***

Понятие биосферы и ее общая характеристика. Живое вещество биосферы. Баланс энергии и круговорот вещества в биосфере. Распределение живых организмов в Мировом океане и на материках. Возникновение и эволюция биосферы. Учение В. И. Вернадского о биосфере. Основные биологические циклы. Цикл углерода и азота. Баланс энергии и круговорот вещества в биосфере.

### ***6. Роль человека в эволюции биосферы***

Воздействие человека на биосферу. Рост численности населения и производства, демографический взрыв. Влияние человеческой деятель-

ности на биогеохимические циклы в биосфере. Роль производства, энергетики и транспорта в загрязнении биосферы промышленными, транспортными и бытовыми отходами, физическое, химическое и биологическое загрязнение природной среды. Ресурсы биосферы: потенциальные и используемые, исчерпаемые и неисчерпаемые, возобновляемые и невозобновляемые. Водные ресурсы биосферы. Загрязнение океанических и континентальных вод, масштабы этого процесса и его последствия. Загрязнение почвы. Водная и ветровая эрозия почв. Загрязнение атмосферы и космоса. Глобальные экологические проблемы современности: парниковый эффект, кислотные дожди, истощение «Озонового слоя», обезлесивание, опустынивание, обеднение и деградация природных экосистем, изменение климата и др. Математическое моделирование в экологии.

### ***7. Энергосбережение и повышение энергоэффективности***

Энергосбережение и энергоэффективность. Энергетика и ее роль в развитии человеческого общества. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергетические ресурсы мира и Республики Беларусь. Экономические и экологические аспекты энергетики и энергосбережения. Традиционные способы получения тепловой и электрической энергии. Преобразование солнечной энергии в тепловую и электрическую. Ветроэнергетика. Ветровые энергетические установки. Гидроэнергетика. Перспективы гидроэнергетики в Республике Беларусь. Энергоэффективные технологии потребления энергии в различных странах и в Республике Беларусь. Основные принципы и законодательные механизмы энергосбережения. Мировой опыт в сфере энергосбережения. Республиканская программа энергосбережения, приоритетные направления энергосбережения. Государственная поддержка инновационной деятельности в сфере энергосбережения.

### ***8. Энергосбережение в быту***

Энергопотребление в зданиях и сооружениях. Общие сведения о зданиях и сооружениях как потребителях энергии. Основные способы энергосбережения и рационального использования энергоресурсов в быту. Экономия тепловой и электрической энергии, газа, воды. Энергообеспечение в быту.

### ***9. Научные основы охраны природы***

Экология как научная основа комплексной науки о сохранении окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Охрана фауны и флоры. Особо охраняемые природные территории и Крас-

ная книга Беларуси. Биосферные заповедники. Системы экологического контроля. Экологический мониторинг.

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Текущий контроль по дисциплине «Основы экологии и энергосбережения» рекомендуется осуществлять в течение всего семестра в виде вопросов для самоконтроля и проведения коллоквиумов (лекционная часть курса).

Для закрепления и проверки знаний и умений студентов (практическая часть курса) рекомендуется разработать систему индивидуальных заданий с последующей подготовкой студентами рефератов.

Успеваемость студентов в рамках дисциплины «Основы экологии и энергосбережения» рекомендуется оценивать в конце семестра в форме зачета.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

*Андрижиевский, А. А.* Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие / А. А. Андрижиевский. – Минск : Выш. шк., 2005. – 294 с.

Водный кодекс Республики Беларусь // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 2/719.

*Войткевич, Г. В.* Основы учения о биосфере / Г. В. Войткевич, В. А. Вронский. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 477 с.

*Вронский, В. А.* Прикладная экология / В. А. Вронский. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 510 с.

Кодекс Республики Беларусь о земле // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 55.

Кодекс Республики Беларусь о недрах // Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэсп. Беларусь. – 1998. – № 8–9.

*Кундас, С. П.* Возобновляемые источники энергии / С. П. Кундас, С. С. Позняк, Л. В. Шенец. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – 2009. – 315 с.

Лесной кодекс Республики Беларусь // Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэсп. Беларусь. – 2000. – № 33.

*Маврищев, В. В.* Общая экология : курс лекций / В. В. Маврищев. – 3-е изд., стер. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2011. – 299 с.

*Маврищев, В. В.* Основы экологии : учебник / В. В. Маврищев. – 2-е изд. – Минск : Выш. шк., 2005. – 416 с.

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года / Нац. комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь ; редкол. : Я. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак. – 2000. – 198 с.

Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2006–2010 годы / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск : РУП «Бел НИЦ «Экология», 2006. – 124 с.

О возобновляемых источниках энергии : Закон Респ. Беларусь, 27 дек. 2010 г., № 204-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 2. – 2/1756.

О государственной экологической экспертизе : Закон Респ. Беларусь от 18 июня 1993 г. (в редакции от 14 июля 2000 г.).

О растительном мире : Закон Респ. Беларусь от 14 июня 2003 г.; Об охране окружающей среды : Закон Респ. Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ (в редакции от 19 июля 2005 г.).

О состоянии окружающей среды Республики Беларусь : Национальный доклад, Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь; НАН Беларуси. – Минск : РУП «Бел. НИЦ «Экология», 2012. – 148 с.

Об особо охраняемых природных территориях : Закон Респ. Беларусь от 20 октября 1994 г. (в редакции от 23 мая 2000 г.).

Об охране атмосферного воздуха : Закон Респ. Беларусь от 15.04.1997 г. № 29-3.

Об охране и использовании животного мира : Закон Респ. Беларусь от 19 сентября 1996 г. № 598-ХІІІ.

Об охране окружающей среды : Закон Респ. Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ (в редакции от 19 июля 2005 г.).

Об утверждении Государственной программы строительства в 2010–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 17 дек. 2010 г., № 1838. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 304. – 5/33018.

Об утверждении Государственной программы строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 июля 2010 г., № 1076 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 183. – 5/32215.

Об утверждении Программы строительства энергоисточников, работающих на биогазе, на 2010–2012 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 июня 2010 г., № 885 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 144. – 5/32007.

Об утверждении Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24 дек. 2010 г., № 1882 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – № 1. – 5/33067.

Об энергосбережении : Закон Респ. Беларусь, 15 июля 1998 г., №190-3 // Ведомости Национального собрания Респ. Беларусь. – 1998. – № 31-32. – С. 470.

Основы энергосбережения : курс лекций / В. Г. Баштовой [и др.] ; под ред. Н. Г. Хутской. – Минск : Технология, 1999. – 101 с.

*Поспелова, Т. Г.* Основы энергосбережения / Т. Г. Поспелова. – Минск : Технопринт, 2000. – 315 с.

*Радкевич, В. А.* Экология / В. А. Радкевич. – Минск : Выш. шк., 1998. – 159 с.

*Сергейчик, С. А.* Экология : учеб. пособие / С. А. Сергейчик. – Минск : Современная шк., 2010. – 400 с.

Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства : Директива Президента Респ. Беларусь, 14 июня 2007 г., № 3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 146. – 1/8668.

### **Дополнительная**

*Галковская, Г. А.* Основы популяционной экологии : учеб. пособие / Г. А. Галковская. – Минск : Лексис, 2001. – 196 с.

*Голицын, М. В.* Альтернативные носители / М. В. Голицын. – М. : Наука, 2004. – 159 с.

*Одум, Ю.* Экология / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – 2 т.

Основы энергосбережения : учеб.-метод. комплекс / сост. М. Беляев. – Минск : Изд-во МИУ, 2009. – 163 с.

*Рамад, Ф.* Основы прикладной экологии / Ф. Рамад. – Л. : Гидрометеоздат, 1981. – 543 с.

*Свирежев, Ю. М.* Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии / Ю. М. Свирежев. – М. : Наука, 1987. – 368 с.

СТБ 1770-2009. Энергосбережение. Основные термины и определения; утв. и введ. в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 16 нояб. 2009 г., № 58.

СТБ 1771-2010. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование. Классификация. Показатели энергоэффективности; утв. и введ. в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 15 февраля 2010 г., № 3.

СТБ 1772-2010. Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергоэффективности энергопотребляющей продукции установленным значениям. Общие требования; утв. и введ. в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 25 января 2010 г., № 1.

СТБ 1773-2010. Энергосбережение. Показатели энергоэффективности. Порядок внесения в техническую документацию; утв. и введ. в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 25 января 2010 г., № 1.

Энергосбережение как фактор повышения энергетической безопасности государств – участников Содружества Независимых Государств // Аналитический доклад Европейской экономической комиссии ООН и Исполнительного комитета СНГ, 2000. – 144 с.

**МАКЕТ ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
1-31 03 04 «ИНФОРМАТИКА»,  
утвержденного Министерством образования  
Республики Беларусь 03.04.2008 г.,  
регистрационный № G 31-024/тип.**

Название дисциплины	Количество часов		Распределение аудиторных часов по курсам и семестрам								
	всего	аудиторных	I курс		II курс		III курс		IV курс		V курс
			1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1. Цикл социально-гуманитарных дисциплин</b>	<b>1712</b>	<b>744</b>									
<i>Обязательный компонент</i>	<i>1560</i>	<i>642</i>									
1.1. История Беларуси	138	72	72								
1.2. Основы идеологии белорусского государства	36	24		24							
1.3. Философия	138	76							76		
1.4. Экономическая теория	138	76			76						
1.5. Социология	54	36				36					
1.6. Политология	102	68					68				
1.7. Основы психологии и педагогики	102	72								72	
1.8. Иностранный язык	308	150	68	82							
1.9. Физическая культура	544	68	17	17	17	17	0/68	0/68	0/68	0/68	
		/476	/51	/51	/51	/51					
<i>Курсы по выбору</i>	<i>152</i>	<i>102</i>	<i>34</i>		<i>34</i>						<i>34</i>
<b>2. Цикл естественнонаучных дисциплин</b>	<b>495</b>	<b>306</b>									
<i>Обязательный компонент</i>	<i>395</i>	<i>238</i>									
2.1. Основы экологии и энергосбережения	50	34								34	
2.2. Дискретная математика и математическая логика	245	136		68	68						
2.3. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность	100	68						68			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Вузовский компонент</i>	50	34				34					
<i>Дисциплины по выбору студента</i>	50	34							34		
<b>3. Цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин</b>	<b>5960</b>	<b>3130</b>									
<i>Обязательный компонент</i>	5594	2942									
3.1. Математический анализ	934	510	136	136	136	102					
3.2. Геометрия и алгебра	637	340	136	136	68						
3.3. Программирование	687	374	136	136	102						
3.4. Дифференциальные уравнения	245	136			68	68					
3.5. Вычислительные методы алгебры	145	68				68					
3.6. Теория вероятностей и математическая статистика	390	204				68	68	68			
3.7. Операционные системы	145	68				68					
3.8. Функциональный анализ и интегральные уравнения	195	102				34	68				
3.9. Методы оптимизации	195	102						102			
3.10. Исследование операций	171	86							86		
3.11. Алгоритмы и структуры данных	100	68				68					
3.12. Компьютерные сети	195	102					34	68			
3.13. Уравнения математической физики	145	68					68				
3.14. Архитектура компьютеров	195	102					34	68			
3.15. Методы трансляции	145	68							68		
3.16. Технология программирования	145	68							68		
3.17. Интеллектуальные информационные системы	145	68								68	
3.18. Методы численного анализа	340	170					68	102			
3.19. Модели данных и системы управления базами данных	219	118							50	68	
3.20. Проектирование и анализ алгоритмов	145	68					68				
3.21. Охрана труда	26	18									18
3.22. Основы управления интеллектуальной собственностью	50	34									34

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Вузовский компонент</i>	316	154								68	86
<i>Дисциплины по выбору студента</i>	50	34								34	
<b>4. Цикл дисциплин специализации</b>	<b>1107</b>	<b>532</b>					<b>68</b>	<b>68</b>	<b>136</b>	<b>170</b>	<b>90</b>

Учебное издание

**Типовые программы**  
**учебных дисциплин специальности 1-31 03 04**  
**«Информатика»**

С о с т а в и т е л и

**Мандрик Павел Алексеевич**

**Кастрица Олег Адамович**

**Филипцов Александр Владимирович**

Ответственный за выпуск *Т. М. Турчиняк*

Дизайн обложки *Т. А. Малько*

Технический редактор *Т. К. Раманович*

Компьютерная верстка *А. В. Зайцева*

Электронный ресурс 0,91 Мб.

Белорусский государственный университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/270 от 03.04.2014.

Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.