

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Проректор по учебной работе БГУ

А.Л.Толстик  
(И.О.Фамилия)

Дата утверждения)

Регистрационный № УД- 4643/уч.

**Информационные технологии**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

**1-31 03 09**      **Компьютерная математика и системный анализ**  
(код специальности)      (наименование специальности)

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 09-2013 (30.08.2013) и учебного плана (регистрационный № G31-137/уч.; 30.05.2013) для специальности 1-31 03 09 Компьютерная математика и системный анализ.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.А. Липницкий, профессор кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор;

О.А. Лаврова, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 13.04.2017);

Учебно-методической комиссией механико-математического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 16.05.2017).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Целью** дисциплины «Информационные технологии» является подготовка специалистов, способных использовать фундаментальные математические знания в качестве основы при проведении прикладных исследований.

Преподавание дисциплины *решает следующие задачи*:

- формирование у студентов способностей самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения задач и их анализировать;
- развивать и использовать инструментальные средства, информационные среды, автоматизированные системы;
- использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов;
- приобретение способностей самостоятельно расширять компьютерные математические знания с дальнейшим их использованием при анализе математических моделей широкого круга прикладных задач;
- формирование теоретических знаний и практических навыков решения задач выпуклого и линейного программирования.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные теоретические результаты и практические методы решения задач выпуклого и линейного программирования;
- свойства и корректирующие возможности помехоустойчивых кодов;

**уметь:**

- строить экстремальные задачи на выпуклых множествах конечномерного пространства при наличии ограничений в виде равенств и неравенств;
- решать задачи линейного и выпуклого программирования с применением метода внутренней точки;
- проводить вычисления с элементами, векторами, матрицами и полиномами в полях Галуа;
- строить циклические и циклотомические орбиты, орбиты векторов-ошибок в двоичных векторных пространствах, определять спектры их синдромов в классических кодах, вычислять нормы синдромов векторов-ошибок;
- формировать конечные поля требуемой мощности и с заданным примитивным полиномом; осуществлять вычисления в них;
- решать уравнения в полях Галуа и задачи, связанные с ними;

**владеть:**

- навыками построения и анализа задач оптимизации выпуклых функций на выпуклых множествах конечномерного пространства;
- навыками построения и анализа задач оптимизации линейных функций на множествах конечномерного пространства, описываемых конечной системой линейных уравнений и неравенств;

- основными алгоритмами и методами решения задач линейного и выпуклого программирования;
- методами определения свойств и корректирующих возможностей помехоустойчивых кодов;
- навыками вычислений в полях Галуа, решения в них уравнений и систем уравнений;
- алгоритмами коррекции ошибок в помехоустойчивых кодах.

В результате изучения дисциплины «Информационные технологии» студент должен обладать следующими компетенциями:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-1. Использовать фундаментальные математические знания в качестве основы при проведении прикладных исследований;

ПК-2. Понять поставленную задачу, оценить ее корректность;

ПК-3. Доказывать основные утверждения, выделять главные смысловые аспекты в доказательствах;

ПК-4. Самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения и их анализировать;

ПК-5. Получать результат на основе анализа, его корректно формулировать, видеть следствия сформулированного результата;

ПК-6. Передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления;

ПК-7. Публично представлять собственные и известные научные результаты.

ПК-10. Распространять знания из области математики, информатики, их приложений среди различных слоев населения.

ПК-11. Разрабатывать и реализовывать процессы жизненного цикла информационных систем, программного обеспечения, сервисов систем информационных технологий;

ПК-12. Развивать и использовать инструментальные средства, информационные среды, автоматизированные системы;

ПК-13. Разрабатывать и анализировать алгоритмы, протоколы, вычислительные модели и модели данных для реализации функций и сервисов систем информационных технологий;

ПК-14. Использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов.

ПК-15. Осваивать и реализовывать управленческие инновации в сфере высоких технологий.

ПК-22. Определять цели инноваций и способы их достижения.

ПК-23. Применять методы анализа и организации внедрения инноваций.

ПК-25. Реализовывать инновационные проекты в профессиональной деятельности.

При изучении дисциплины «Информационные технологии» в значительной мере используются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и теория чисел», «Компьютерная математика», «Методы оптимизации», «Параллельные вычисления и алгоритмы».

Дисциплина «Информационные технологии» состоит из двух разделов: «Основы линейного программирования» (6 семестр), «Теория помехоустойчивого кодирования» (7 семестр).

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом по специальности, составляет соответственно 140 и 88 часов.

Форма получения высшего образования очная (дневная).

Аудиторные часы состоят из 34 часов лекций, 54 часов лабораторных занятий.

На шестой семестр отводится 34 аудиторных часа, из которых 16 часов составляют лекции и 18 – лабораторные.

На седьмой семестр отводится 54 аудиторных часа, из которых 18 – лекции, 36 – лабораторные.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине в шестом и седьмом семестрах является зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. ОСНОВЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

#### Тема 1.1 Геометрия задач линейного программирования.

Теорема о декомпозиции полиэдра. Связь внутреннего представления полиэдра с задачей линейного программирования. Характеристический конус. Политоп. Пространство линейности. Грань. Внешнее и внутреннее представление грани. Фасета. Неизбыточное внешнее и внутреннее описание полиэдра. Минимальная грань. Минимальная собственная грань. Вершина. Экстремальный луч. Экстремальная точка.

#### Тема 1.2 Симплекс-алгоритм. Геометрическое описание.

Геометрическое описание симплекс-алгоритма. Базис для ограничений-неравенств. Симплициальный релаксационный конус.

#### Тема 1.3 Симплекс-алгоритм. Алгебраическое описание.

Алгебраическое описание симплекс-алгоритма на основе базиса для ограничений-неравенств. Правило Блэнда. Базис для ограничений равенств. Допустимый базис. Допустимое базисное решение. Стандартный базис для ограничений-неравенств. Связь допустимого базиса и стандартного базиса для ограничений-неравенств. Симплекс-алгоритм на основе базиса для ограничений-равенств. Двойственный симплекс-алгоритм.

#### Тема 1.4 Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод эллипсоидов

Метод эллипсоидов. Выпуклое тело. Эллипсоид минимального объема, описанный вокруг выпуклого тела. Алгоритм двоичного поиска для последовательности задач о разрешимости. Алгоритмическое представление выпуклого тела. Теоретическая сложность метода эллипсоидов.

#### Тема 1.5 Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод внутренней точки

Метод внутренней точки. Внутреннее скалярное произведение. Конкордантная функция в качестве функции-барьера. Функция-барьер для полиэдрических множеств. Теоретическая сложность метода внутренней точки.

### Раздел 2. ТЕОРИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ

#### Тема 2.1. Линейные коды.

Теорема Шеннона о возможности коррекции ошибок при передаче информации в каналах с шумами. Цифровые системы связи. Определение линейного кода и его технический смысл. Проверочная и порождающая матрицы кода. Метрика Хемминга. Минимальное расстояние кода. Коды Хемминга. Декодирование по методу максимального правдоподобия. Декодирование по таблицам смежных классов. Синдромы ошибок и их свойства. Синдромное декодирование.

### **Тема 2.2. БЧХ-коды.**

Классические БЧХ-коды и реверсивные коды, исправляющие двойные и тройные ошибки. Структура их проверочных матриц. Декодирование двойных и тройных ошибок решением квадратных и, соответственно, кубических уравнений в полях Галуа. Общее определение БЧХ-кодов, их свойства и параметры. Связь декодирования с проблемой решения уравнений в полях Галуа.

### **Тема 2.3. Автоморфизмы кодов.**

Неоднозначность проверочных матриц кодов и их взаимосвязь. Эквивалентные коды и их матрицы. Автоморфизмы кодов. Циклические коды.

### **Тема 2.4. Орбиты ошибок и их синдромные спектры.**

Строение, свойства и мощности циклических и циклотомических орбит векторов. Синдромные спектры орбит векторов-ошибок в реверсивных и БЧХ-кодах.

### **Тема 2.5. Нормы синдромов и их свойства.**

Нормы синдромов в реверсивных и БЧХ-кодах, исправляющих двойные ошибки. Инвариантность норм относительно группы циклических сдвигов. Идея норменного декодирования. Общее определение норм синдромов для произвольных БЧХ-кодов. Основные свойства норм синдромов.

### **Тема 2.6. Применения норм синдромов.**

Норменный метод коррекции ошибок без решения уравнений в полях Галуа. Эффективность метода и особенности реализации. Метод сжатия норм синдромов. Норменный метод решения уравнений в полях Галуа.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские Занятия	Лабораторные Занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1.</b>	<b>Основы линейного программирования</b>	<b>16</b>			<b>18</b>			
1.1	Геометрия задач линейного программирования	4			-			-
1.2	Симплекс-алгоритм. Геометрическое описание	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.3	Симплекс-алгоритм. Алгебраическое описание	4			6			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.4	Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод эллипсоидов	2			4			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
1.5	Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод внутренней точки	4			6			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
<b>2.</b>	<b>Теория помехоустойчивого кодирования</b>	<b>18</b>			<b>36</b>			



2.1	Линейные коды	4			8			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2.2	БЧХ-коды	4			8			Собеседование
2.3	Автоморфизмы кодов	2			4			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2.4	Орбиты ошибок и их синдромные спектры	2			4			Письменный отчет по лабораторной работе
2.5	Нормы синдромов и их свойства	2			4			Контрольная работа
2.6	Применения норм синдромов	4			8			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Литература

#### Основная:

1. Конопелько В.К., Липницкий В.А. Теория норм синдромов и перестановочное декодирование помехоустойчивых кодов. Мн.: БГУИР. 2000. – 242 с.; 2-е издание: М.: УРСС. 2004 – 174 с.
2. Липницкий В.А., Конопелько В.К. Норменное декодирование помехоустойчивых кодов и алгебраические уравнения. Мн.: «Издательский центр БГУ». 2007. – 240 с.
3. Конопелько В.К., Липницкий В.А. и другие. Прикладная теория кодирования. Т. 1 – 2. Мн.: БГУИР. 2004. – 688 с.
4. Мак-Вильямс Ф.Дж., Слоэн Н.Дж.А. Теория кодов, исправляющих ошибки. М.: Связь. 1979. – 744 с.
5. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующая ошибки. М.: Мир. 1986. – 576 с.
6. Вернер м. Основы кодирования. М.: Техносфера. 2006. – 286 с.
7. Мерлос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. М.: Техносфера. 2005. – 320 с.
8. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: ИЛ. 1962. – 830 с.
9. Каргополов М.И., Мерзляков Ю.И. Основы теории групп. М.: Наука. 1972. – 240 с.
10. А. Схрейвер, Теория линейного и целочисленного программирования: в 2-х т.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.
11. A. Ruszcynski, Nonlinear Optimization. Princeton University Press, 2006.
12. A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986.

#### Дополнительная:

1. Липницкий В.А. Современная прикладная алгебра. Математические основы защиты информации от помех и несанкционированного доступа: Учеб. пособие по курсу «Высшая математика»/ В.А. Липницкий. – Мн: БГУИР, 2005. - 82 с.: ил.; 2-е изд. – Мн.: БГУИР, 2006. - 82 с.: ил.
2. Аршинов Н.Н., Садовский Л.Е. Коды и математика. М.: Наука. 1983. – 124 с.
3. Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. М.: Мир. 1976. – 400 с.
4. Виноградов И.М. Основы теории чисел. М.: Наука. 1976. – 168 с.
5. Айерлэнд К., Роузен М. Классическое введение в современную теорию чисел. М.: Мир. 1987. – 416 с.

6. Лиддл Р., Ниддеррайтер Г. Конечные поля. Т. 1 – 2. М.: Мир. 1988. – 882 с.
7. Муттер В.М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации. Л.: Энергоатомиздат. 1990. – 286 с.
8. Прасолов В.В. Многочлены. М.:МЦНМО. 2000. – 336 с.
9. Самсонов Б.Б., Плохов Е.М., Филоненков А.И., Кречет Т.В. Теория информации и кодирование. Ростов-на-Дону: Феникс. 2002. – 288 с.
10. Холл М. Теория групп. М: ИЛ. 1962. – 468 с.
11. Холл М. Комбинаторика. М.: Мир. 1970. – 342 с.
12. Материалы к курсу «Einführung in die Mathematische Optimierung», проф. Кайбель, Магдебургский университет, Германия 2013/14: видео-лекции, слайды к лекциям, практические задания.
13. M. Grötschel, L. Lovász, A. Schrijver, Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization, Springer, 1988.
14. V. Chvatal, Linear Programming, Freeman, 1983.
15. J. Matousek, B. Gärtner, Using and Understanding Linear Programming, Springer, 2006.

### **Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности**

Контроль работы студента проходит в форме контрольной работы в аудитории или над выполнением лабораторных работ в лаборатории и самостоятельно вне аудитории с предоставлением отчета по лабораторным работам с его устной защитой. Задания к контрольным и лабораторным работам составляются согласно содержанию учебного материала.

Для совершенствования педагогического мастерства и способностей учиться самостоятельно студентам могут выдаваться темы докладов, с которыми они выступают на занятиях.

Зачеты по дисциплине проходят в устной или письменной форме. При успешной работе на занятиях зачет может выставляться по результатам аудиторной и внеаудиторной работы студента.

### **Примерная тематика лабораторных занятий**

#### **Раздел 1.**

1. Примеры задач линейного программирования, квадратичного программирования, полуопределенного программирования, целочисленного программирования, комбинаторной оптимизации.
2. Симплекс-метод в табличной форме для решения задач линейного программирования с ограничениями в виде равенств.
3. Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод эллипсоидов.

4. Полиномиальные методы решения задач выпуклого программирования. Метод внутренней точки.

## **Раздел 2.**

1. Порождающая матрица линейного кода.
2. Проверочная матрица линейного кода.
3. Коды Хемминга.
4. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, исправляющие двойные ошибки.
5. Реверсивные коды, исправление ошибок решением квадратных уравнений.
6. Циклическая и циклотомическая классификация векторов-ошибок.
7. Нормы синдромов ошибок БЧХ-кодов и их свойства.
8. Норменное декодирование реверсивных и БЧХ-кодов.
9. Норменное и синдромное декодирование тройных ошибок в БЧХ-кодах.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название Кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Алгебра и теория чисел	Кафедра высшей алгебры и защиты информации	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 8 от 13.04.2017)
Компьютерная математика	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 8 от 13.04.2017)
Параллельные вычисления и алгоритмы	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 8 от 13.04.2017)
Методы оптимизации	Кафедра нелинейного анализа и аналитической экономики	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 8 от 13.04.2017)
Математический анализ	Кафедра теории функций	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 8 от 13.04.2017)

<sup>1</sup> При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**

на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (название кафедры) (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)\_\_\_\_\_  
(подпись)\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)\_\_\_\_\_  
(подпись)\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)