

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«02» июля 2021 г.

Регистрационный № УД – 10359/уч.



ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 09 Компьютерная математика и системный анализ

2021 г.

Учебная программа составлена на основе типового учебного плана № G31-1-021/пр-тип. от 21.04.2021 и учебных планов БГУ № G31-1-019/уч. от 25.05.2021 и № G31-1-004/уч.ин от 31.05.2021

СОСТАВИТЕЛИ:

К. Г. Атрохов, старший преподаватель кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета;

А. Э. Малевич, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

Д.Н. Чергинец, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

Н. Л. Щеглова, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е. А. Крушевский, начальник управления подготовки научных кадров высшей квалификации, доцент кафедры математических методов в строительстве Белорусского национального технического университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

И. Н. Гуло, заведующая кафедрой математики и методики преподавания математики Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа БГУ (протокол № 12 от 28.05.2021);

Научно-методическим советом БГУ (протокол № 7 от 30.06.2021)

Заведующая кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа, кандидат физ.-мат. наук, доцент



Л. Л. Голубева

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Глобальные процессы, происходящие в современном обществе, научно-технический прогресс, информатизация всех сфер человеческой деятельности предъявляют особые требования к подготовке грамотных специалистов, занимающихся как практической деятельностью, так и научными исследованиями. В настоящее время невозможно представить себе области жизнедеятельности, где не использовались бы информационные технологии, развитие которых базируется на математических и компьютерных моделях различных процессов.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целями изучения учебной дисциплины «Введение в специальность» являются знакомство студентов первого курса с областью их будущей профессиональной деятельности, с особенностями освоения знаний и применения навыков при выявлении проблем и в процессе их разрешения.

Дисциплина «Введение в специальность» имеет своей целью развитие у студентов первого курса логического, аналитического и алгоритмического мышления, умений и навыков работы со структурами данных и с абстрактными математическими структурами.

Целью также является подготовка студентов к восприятию специальных курсов и осознанному применению математики при решении различных проблем, которая позволяет выбрать необходимые методы и приемы для получения достоверных результатов оптимальным способом.

Образовательная цель: обучение студентов методам и приемам компьютерного моделирования в современных компьютерных математических средах, эффективному исследованию посредством компьютера широкого круга проблем математического содержания.

Развивающая цель: формирование у студентов умений использования существующих и самостоятельной разработки новых технологий компьютерного моделирования.

Задачами изучения учебной дисциплины «Введение в специальность» являются:

- изложение основных понятий теории множеств и алгебраическими структурами, лежащими в основе современной математики;
- знакомство студентов с элементами математической логики и основными методами доказательств в математике;
- знакомство студентов с основными типами компьютерных систем, используемых в процессе математических исследований.
- обучение способам представления математических объектов в компьютерных программах;
- обучение алгоритмам решения типовых задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Компьютерная математика» государственного компонента.

При изучении дисциплины «Введение в специальность» используются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Математический анализ» модуля «Основы анализа» государственного компонента, дисциплин модулей «Алгебра и геометрия» и «Программирование» компонента учреждения высшего образования.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Введение в специальность» должно обеспечить формирование у студентов следующих универсальных и базовых профессиональных компетенций:

универсальные компетенции:

УК-2. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий;

базовые профессиональные компетенции:

БПК-3. Применять математический аппарат в интеграции с компьютерными средами для создания и исследования моделей различных уровней абстракции.

В результате изучения дисциплины «Введение в специальность» студент должен

знать:

- основные понятия теории множеств и отношений;
- базовые алгебраические структуры;
- основные типы компьютерных систем, используемые в процессе математических исследований;
- представление чисел в компьютере;
- О-асимптотику и классы сложности алгоритмов;
- основные абстрактные типы данных, их представление в компьютере и оценку сложности операций над ними;
- основные методы сортировки и их быстроедействие;
- основные алгоритмы на графах и деревьях;

уметь:

- четко формулировать высказывания и постановки задач;
- обосновывать и доказывать математические утверждения;
- составлять алгоритмы решения практических задач;
- пользоваться системами компьютерной математики;
- писать программы и алгоритмы на языке Python;

владеть:

- основными методами доказательств в математике;
- компьютерными средствами интенсификации научного труда;
- основными численными алгоритмами;

- основными алгоритмическими парадигмами.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина «Введение в специальность» изучается в 1-м и 2-м семестрах. Форма получения высшего образования очная (дневная).

Всего на изучение учебной дисциплины «Введение в специальность» отводится 200 часов, в том числе 70 аудиторных часов, из них: лекции — 34 часа, практические занятия — 14 часов, лабораторные занятия — 16 часов, управляемая самостоятельная работа — 6 часов.

На первый семестр отводится всего — 100 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из которых 18 часов — лекции, 14 часов — практические занятия, 4 часа — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины в первом семестре составляет 3 зачетные единицы. Форма текущей аттестации — зачет.

На второй семестр отводится 100 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из которых 16 часов — лекции, 16 часов — лабораторные занятия, 2 часа — управляемая самостоятельная работа.

Трудоемкость учебной дисциплины во втором семестре составляет 3 зачетные единицы. Форма текущей аттестации — зачет.

Для получения общих знаний занятия проводятся в форме лекций с применением технических средств обучения (ТСО), средств компьютерных и информационных технологий. Формирование умений и навыков, применение знаний, формирование творческой деятельности осуществляется на практических и лабораторных занятиях. Закрепление и контроль знаний, умений и навыков реализуется посредством управляемой самостоятельной работы студента (УСР). Также рекомендуется проведение не менее двух контрольных работ в каждом семестре.

Занятия (лекции, практические, лабораторные), текущий контроль и текущая аттестация по дисциплине «Введение в специальность» могут проводиться в дистанционной форме обучения, в онлайн и офлайн режимах. В этом случае занятия проходят согласно утвержденной учебной программе и расписанию на централизованной площадке Образовательного портала БГУ, который обеспечивает интерактивное взаимодействие студента и преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

Тема 1.1 Множества

Множества: пустое множество, универсальное множество, подмножества, булеан. Парадоксы теории множеств. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение множества, декартово произведение. Свойства операций над множествами. Способы представления множеств в компьютере. Код Грея.

Тема 1.2 Отношения

Отношения: бинарное, тождественное, универсальное, обратное, дополнение. Свойства отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, линейность. Композиция отношений, степень, ядро и замыкание отношения. Способы представления отношений в компьютере.

Тема 1.3 Функции

Функции: область определения, область значений, продолжение и сужение, преобразование. Свойства функций: частичность, тотальность, инъективность, сюръективность, биективность. Образы и прообразы. Композиция функций. Представление функций в компьютере.

Тема 1.4 Отношения эквивалентности и порядка

Отношение эквивалентности, классы эквивалентных элементов, фактормножество. Ядро и множество уровня функции. Отношение порядка: строгое и нестрогое, линейное, частичное. Верхние и нижние границы, минимальный и максимальный элементы. Монотонные функции. Вполне упорядоченные множества. Сортировка. Индукция.

Тема 1.5 Категории и функторы

Категории: объекты, морфизмы, композиция. Примеры категорий. Малые и большие категории. Коммутативные диаграммы. Функторы: ковариантные, контравариантные, стирающий.

РАЗДЕЛ 2. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Тема 2.1 Алгебраические структуры и морфизмы

Алгебры: носитель, операция, тип, сигнатура. Модели. Замыкания и подалгебры. Система образующих. Свойства операций: ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность, поглощение, идемпотентность. Гомоморфизмы и изоморфизмы.

Тема 2.2 Алгебры с одной операцией

Полугруппы, моноиды, группы, абелевы группы.

Тема 2.3 Алгебры с двумя операциями

Кольца, области целостности, тела, поля.

Тема 2.4 Векторные пространства

Векторные пространства: вектор, скаляр. Линейные комбинации. Базисы, размерность, координаты. Модули.

Тема 2.5 Матрицы и полиномы

Полиномы одной переменной. Векторное пространство полиномов. Полиномы и позиционная система записи чисел. Алгебра полиномов. Расширения алгебр.

Матрицы: сложение, умножение, транспонирование. Линейные операции над строками или столбцами матрицы. Матрица линейного отображения. Матрицы и замена координат. Матричное исчисление. Представления алгебр.

Тема 2.6 Построение конечных полей

Конечные поля. Операции по модулю. Полиномы над конечным полем. Деление полиномов с остатком. Неприводимые полиномы. Прimitивные полиномы. Конструирование конечного поля.

РАЗДЕЛ 3. КОМПЬЮТЕРНАЯ МАТЕМАТИКА

Тема 3.1 Подготовка электронной математической рукописи

Электронная математическая рукопись, её структура и формат. Текстовые процессоры на примере: *MS Word*, *Mathematica*, *LaTeX*. Текстовая и математическая моды. Вставка и редактирование рисунков.

Тема 3.2 Электронные таблицы

Электронная таблица, её структура и формат: ячейки, строки и столбцы, страницы. Процессоры электронных таблиц на примере *MS Excel*. Формулы и адресация. Формулы над массивами. Импорт и экспорт электронной таблицы в/из *Mathematica*.

Тема 3.3 Реляционные базы данных

Реляционные базы данных. Таблицы, записи, поля. Основные операторы SQL — языка программирования для создания, модификации и управления данными. Система управления базами данных *SQLite*.

Тема 3.4 Компьютерное моделирование

Математическое и компьютерное моделирование. Стандартизация данных. Метод наименьших квадратов. Барцентрические координаты. Линейные трансформации.

Тема 3.5 Компьютерная графика

Векторная и растровая графика. Графические примитивы. Цвет и прозрачность. Цветовые пространства. Графические редакторы.

РАЗДЕЛ 4. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ

Тема 4.1 Создание простейших программ

Создание простейших программ. Встроенные типы данных. Ветвления и циклы. Массивы. Функции и модули. Интерактивный ввод данных. Работа с файлами. Простейшая графика.

Тема 4.2 Численные алгоритмы

Представление чисел в компьютере. Битовая арифметика. Системы счисления. Умножение и деление чисел. Разложение на множители. Сравнение по модулю. Проверка на простоту. Метод Гаусса. Нахождение нулей. Метод Ньютона. Численное интегрирование. Рандомизация данных. Метод Монте-Карло.

Тема 4.3 Компьютерные алгоритмы и их эффективность

Понятие алгоритма. Время выполнения и сложность алгоритмов. Асимптотические обозначения. Классы сложности алгоритмов. Основные алгоритмические парадигмы. Примеры алгоритмов и оценка их трудоемкости.

Тема 4.4 Основные структуры данных

Основные структуры данных: массив, связный список, стек, очередь. Операции вставки, поиск и удаления. Представление данных в памяти. Примеры использования.

Тема 4.5 Метод «разделяй и властвуй»

Рекурсивные алгоритмы. Вычисление рекуррентных соотношений. Сортировка слиянием. Быстрая сортировка. Бинарный поиск. Переборные алгоритмы. Графические алгоритмы. Алгоритмы с возвратом.

Тема 4.6 Методы сортировки

Виды и свойства методов сортировки. Алгоритмы сложности $O(n^2)$. Алгоритмы сложности $O(n \cdot \log(n))$. Алгоритмы быстрее $O(n \cdot \log(n))$. Выбор алгоритма сортировки.

Тема 4.7 Хеш-таблицы

Принцип хеширования. Парадокс дней рождения. Понятие и свойства хеш-функции. Структура данных хеш-таблица. Коллизии и способы их разрешения.

Тема 4.8 Деревья

Представление деревьев в компьютере. Обход дерева. Сбалансированные деревья поиска. Структура данных куча. Пирамидальная сортировка.

Тема 4.9 Графы

Представление графов в компьютере. Поиск в глубину (DFS). Топологическая сортировка. Поиск кратчайшего пути. Поиск в ширину (BFS). Алгоритм Дейкстры.

Тема 4.10 Динамическое программирование

Принцип решения задач. Одномерные и двумерные задачи. Размен монет. Вычисление биномиальных коэффициентов. Задача о наибольшей монотонной подпоследовательности. Задача о рюкзаке.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Семестр 1	18	14				4	
1	Основы теории множеств	8					1	
1.1	Множества	1						Устный опрос
1.2	Отношения	2					1	Письменный отчёт
1.3	Функции	2						Устный опрос
1.4	Отношения эквивалентности и порядка	2						Устный опрос
1.5	Категории и функторы	1						Устный опрос
2	Алгебраические структуры	10	4					
2.1	Алгебраические структуры и морфизмы	2						Устный опрос
2.2	Алгебры с одной операцией	2						Устный опрос
2.3	Алгебры с двумя операциями	1						Устный опрос
2.4	Векторные пространства	1						Устный опрос
2.5	Матрицы и полиномы	2	2					Письменный отчёт
2.6	Построение конечных полей	2	2					Устный опрос

3	Компьютерная математика		10				3	
3.1	Подготовка электронной математической рукописи		2					Электронный конспект лекции
3.2	Электронные таблицы		2				0.5	Письменный отчёт
3.3	Реляционные базы данных		2				0.5	Письменный отчёт
3.4	Компьютерное моделирование		2				2	Письменный отчёт
3.5	Компьютерная графика		2					Устный опрос
	Семестр 2	16	16				2	
4	Основы алгоритмизации							
4.1	Создание простейших программ				2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой
4.2	Численные алгоритмы	2			4			Отчет по лабораторной работе с устной защитой
4.3	Компьютерные алгоритмы и их эффективность	2						Устный опрос
4.4	Основные структуры данных	2						Компьютерный опрос
4.5	Метод «разделяй и властвуй»	2			2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой
4.6	Методы сортировки						2	Письменный отчет с устной защитой
4.7	Хеш-таблицы	2			2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, компьютерный опрос
4.8	Деревья	2			2			Устный опрос
4.9	Графы	2			2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой

4.10	Динамическое программирование	2			2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, компьютерный опрос
------	-------------------------------	---	--	--	---	--	--	---

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бхаргава А. Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2017. — 288 с.
2. Букур И., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов — М.: Мир, 1972. — 259 с.
3. Вавилов Н. А. Не совсем наивная теория множеств. Учебник — СПб, 2008. — 474 с.
4. Вавилов Н. А., Лузгарев А.Ю. Теория категорий — 2012. — 69 с.
5. Голубева Л. Л., Малевич А. Э., Щеглова Н. Л. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: курс лекций — Минск: БГУ, 2005. — 103 с.
6. Голубева Л. Л., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: Лабораторный практикум. Ч.1 — Минск: БГУ, 2012. — 235 с.
7. Голубева Л. Л., Козак А.В., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. Компьютерная математика: учебная программа УВО для специальностей: 1-31 03 09 Компьютерная математика и системный анализ. № УД-8960/уч. [Электронный ресурс] — 2020.— Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/253028>
8. Дасгупта С., Пападимитриу Х., Вазирани У. Алгоритмы / Пер. с англ. — М.: МЦНМО, 2014. — 320 с.
9. Иванов О.А., Фридман Г.М. Дискретная математика и программирование в Wolfram Mathematica: Учебник для ВУЗов. — СПб.: Питер, 2020. — 352 с.
10. Копец Д. Классические задачи Computer Science на языке Python / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2020. — 256 с.
11. Кротов В. Г. Введение в математику. Лекционные записки [Электронный ресурс] — Минск: ЭБ БГУ, 2006. — 37 с. — Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/10781>
12. Курносков М. Г. Введение в методы машинной обработки данных — Новосибирск: Автограф, 2020. — 227 с.
13. Луридас П. Алгоритмы для начинающих: теория и практика для разработчика / Пер. с англ. — М.: Эксмо, 2018. — 608 с.
14. Любанович Б. Простой Python. Современный стиль программирования, 2-е издание / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2021. — 592 с.
15. Маклейн С. Категории для работающего математика — М.: ФизМатЛит, 2004. — 352 с.
16. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов: Учебник для ВУЗов. 3-е изд. — СПб: Питер, 2009. — 384 с.
17. Седжвик Р., Уэйн К., Дондеро Р. Программирование на языке Python: учебный курс / Пер. с англ. — СПб: ООО Альфа-книга, 2017. — 736 с.

18. Солтис М. Введение в анализ алгоритмов / Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 278 с.
19. Стивенс Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение / Пер. с англ. — М.: Издательство Э, 2016. — 544 с.
20. Тыртышников Е. Е. Основы алгебры. — М.: ФизМатЛит, 2017. — 464 с.
21. Тыртышников Е. Е. Матричный анализ и линейная алгебра. — М.: ФизМат-Лит, 2007. — 480 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Keith Jack Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer, Fourth Edition. Chapter 3. Color Spaces — Elsevier Inc., 2005. — 20 p.
2. Overleaf Online LaTeX Editor [Электронный ресурс] — © 2021 Overleaf — Режим доступа: <https://ru.overleaf.com/>
3. Wolfram Language & System. Documentation Center [Электронный ресурс] — © 2021 Wolfram — Режим доступа: <https://reference.wolfram.com/language/>
4. Аллен Г., Оуэнс М. Неполное руководство по SQLite для пользователей Windows [Электронный ресурс]. Перевод: Пискунов А.Г. — 2018. — 156 с. — Режим доступа: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/10100/6/SQLite.Allow.0.90.pdf>
5. Голубева Л. Л., Малевич А.Э., Щеглова Н.Л. Компьютерная математика. Автоматизированное рабочее место математика: курс лекций — Минск: БГУ, 2008. — 139 с.
6. Капица С. П. Общая теория роста человечества. Как рос и куда идет мир человека. [Электронный ресурс] М. 2009. — 120 с. — Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/knigi/kapica/kapica.html>
7. Кормен Т. Х., Лейзерсон Ч. И., Ривест Р. Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2019. — 1328 с.
8. Котельников И. А., Чеботаев П. З. LaTeX по-русски, 3-е издание — Новосибирск: Сибирский хронограф, 2004. — 496 с.
9. Красиков И. В., Красикова И. Е. Алгоритмы. Просто как дважды два — М.: Эксмо, 2007. — 256 с.
10. Круз Р. Л. Структуры данных и проектирование программ, 2-е издание / Пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 765 с.
11. Львовский С. М. Набор и вёрстка в системе LaTeX, 3-е издание — М.: Московский центр непрерывного математического образования, 2003 — 488 с.
12. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Основы / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2019. — 256 с.
13. Рафгарден Т. Графовые алгоритмы и структуры данных / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2019. — 256 с.
14. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2020. — 256 с.
15. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Алгоритмы для NP-трудных задач / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2021. — 304 с.

16. Рубио-Санчес М. Введение в рекурсивное программирование / Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 436 с.
17. Феррейра Фило В. Теоретический минимум по Computer Science. Все, что нужно программисту и разработчику / Пер. с англ. — СПб: Питер, 2018. — 224 с.
18. Хайнеман Дж., Поллис Г., Селков С. Алгоритмы. Справочник с примерами на C, C++, Java и Python, 2-е издание / Пер. с англ. — СПб: ООО Альфа-книга, 2017. — 432 с.

Рекомендуемое учебно-лабораторное оборудование

Для проведения занятий требуются следующее программное обеспечение: *MS Windows/Linux/macOS, MS Office/Google Docs, LaTeX, Mathematica, SQLite, Python.*

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Согласно Положению о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (приказ ректора № 189-ОД от 31.03.2020) контроль знаний студентов по дисциплине «Введение в специальность» происходит в форме текущего контроля и текущей аттестации.

Текущий контроль знаний проходит в форме опроса на лекциях, на практических и лабораторных занятиях, во время устной защиты отчета по лабораторным работам, выполняемым в учебной лаборатории и самостоятельно вне аудитории, контрольных опросов, отчетов по заданиям УСР.

Задания к практическим, лабораторным и УСР составляются согласно содержанию учебного материала. Во время самостоятельной работы студент выполняет задания, полученные на практических и лабораторных занятиях, а также изучает рекомендуемую литературу. При защите лабораторных работ оценивается полнота ответа, аргументация выбранных решений, последовательность и оригинальность изложения материала, оригинальность кода, корректность оформления, самостоятельность выполнения заданий. Для совершенствования способностей учиться самостоятельно студентам могут выдаваться темы докладов, с которыми они выступают на занятиях.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Введение в специальность» в первом и втором семестрах учебным планом предусмотрен зачет.

Зачет по дисциплине проходит в форме контрольного опроса в устной или письменной форме и выполнения заданий на компьютере. Если студент успешно защитил все лабораторные работы и получил оценку 4 и выше за письменные отчеты, то допускается определение результатов текущей аттестации по дисциплине на основании результатов текущего контроля знаний без проведения дополнительного опроса на зачете.

**Примерный перечень заданий
для управляемой самостоятельной работы студентов**

Тема 1.2 Отношения, тема 3.2 Электронные таблицы, тема 3.3 Реляционные базы данных (всего 2 ч)

Примерный перечень заданий

1. Множество. Рассмотрим одну из разновидностей известной игры «Камень, ножницы, бумага». На странице «М» задайте множество M , состоящее из пяти элементов: Камень, Ножницы, Бумага, Ящерица, Спок.

2. Отношение. На странице «R» задайте отношение ${}_M R_M$ «Побеждает», определённое на множестве M правилами игры. Отношение следует задать двумя способами: (а) как подмножество декартова произведения $R \subset M^2$; (б) в виде матрицы.

3. Композиция отношений. По аналогии с п.2 на страницах «R2», «R3» и «R4» задайте отношения ${}_M R^n_M$, где $n = 2, 3, 4$, являющиеся соответственно второй, третьей и четвёртой степенями отношения R , определённого правилами игры на множестве M .

4. Обратное отношение. На странице «R(-1)» задайте отношение ${}_M R^{-1}_M$, обратное к отношению R .

5. Ядро отношения. На странице «KerR» задайте ядро $kerR$ отношения R .

6. Реляционная база данных. Рассмотрим представление множеств и отношений в компьютере средствами реляционной базы данных, используя для этого систему управления базами данных (СУБД) *SQLite*. В текущем каталоге создайте реляционную базу данных *SQLite* и сохраните её в файле.

7. Создание таблиц базы данных. Используя SQL-оператор `CREATE`, создайте в базе данных две таблицы:

M — для множества M с полями: *id* (порядковый номер, индекс элемента) и *name* (имя элемента);

R — для отношения «Побеждает» с полями: *id*, *idM1* и *idM2*.

8. Добавление записей в таблицу базы данных. Используя SQL-оператор `INSERT` и результаты п.1 и п.2, вручную заполните записями обе таблицы: M и R .

9. Запросы к реляционной базе данных. Используя SQL-оператор `SELECT`, распечатайте: (а) элементы множества M ; (б) отношение R «Побеждает»; (в) обратное отношение R^{-1} «Проигрывает».

10. Ядро отношения. Используя SQL-оператор `SELECT`, вычислите и распечатайте ядро $kerR$ отношения R . Полученный результат сравните с результатом, полученным в п.5. Завершив работу с базой данных, не забудьте закрыть сессию.

Форма контроля – письменный отчет.

Тема 3.4 Компьютерное моделирование (2 часа)

Примерный перечень заданий

На примере задачи о прогнозе роста численности населения Земли (проблема «демографического перехода») потренируйтесь обрабатывать и анализировать числовые данные; строить математические модели, описывающие эти данные; анализировать и сравнивать качество получаемых моделей. Для выполнения задания потребуется любой процессор электронных таблиц, например, *MS Excel*. На странице «Population» приведены данные о росте численности населения Земли.

1. График. Данные о росте численности населения Земли, приведённые на странице «Population», отобразите на графике жирной чёрной линией. График разместите на отдельной странице «LinLin» типа *Диаграмма*. Добавьте на график заголовок и легенду. Настройте параметры (границы, единицы измерения) координатных осей. Добавьте на график основные и промежуточные линии координатной сетки по обеим осям, настройте их толщину и цвет.

2. Стандартизация данных. На странице «Lin» приведите исходные данные к виду, удобному для дальнейших вычислений, то есть стандартизируйте данные. Для этого Вам потребуется изменить систему координат для каждого из исходных параметров (время, численность населения), и сделать это надо таким образом, чтобы все данные уместились в диапазон плюс/минус несколько единиц.

3. Линейная модель. На странице «Lin» постройте линейную модель роста численности населения. Вычислите среднюю ошибку линейной модели.

4. График линейной модели. На страницу «LinLin» добавьте тонкой красной линией график линейной модели.

5. Экспоненциальная модель. Действуя по аналогии с п.3, на странице «Exp» постройте экспоненциальную модель роста численности населения. Вычислите среднюю ошибку экспоненциальной модели. На страницу «LinLin» тонкой синей линией добавьте график экспоненциальной модели.

6. Гиперболическая модель. Действуя по аналогии с пп.3-5, на странице «Hyp» постройте гиперболическую модель роста численности населения. Оптимальное значение параметра T^* (так называемый *год демографического перехода*), найдите подбором. Для этого на странице «Year» постройте графики зависимости ошибок гиперболической модели, вычисленных двумя разными способами, от параметра T^* .

7. Демографический переход. Используя результат п.6, в отдельной графе вычислите, сколько лет осталось до демографического перехода. Вычислите также среднюю ошибку гиперболической модели.

8. Сравнение моделей. На страницу «LinLin» тонкой зелёной линией добавьте график гиперболической модели. Сравните качество всех трёх моделей.

9. График с логарифмической шкалой по одной оси. Скопируйте страницу «LinLin» с графиком и переименуйте её копию в «LinLog». Укажите в параметрах вертикальной оси, что на ней должна использоваться логарифмическая шкала.

10. График с логарифмическими шкалами по обеим осям. Скопируйте страницу «LinLog» с графиком, построенным в п.9, и переименуйте её копию в «LogLog». Укажите в параметрах горизонтальной оси, что на ней также должна использоваться логарифмическая шкала. Для каждого из четырёх графиков измените второй аргумент — теперь там вместо года должно стоять количество лет, оставшееся до демографического перехода. Скорректируйте остальные параметры графика «LogLog».

11. На странице «Info» прокомментируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Форма контроля – письменный отчет.

Тема 4.6 Методы сортировки (2 часа)

Примерный перечень заданий

Напишите программу `sorts.py`, которая реализует несколько методов сортировки и сравнивает их по времени выполнения:

```
def bubble_sort(lst) — пузырьковая сортировка
def insertion_sort(lst) — сортировка вставками
def selection_sort(lst) — сортировка выбором
def quick_sort(lst) — быстрая сортировка
def merge_sort(lst) — сортировка слиянием
def python_sort(lst) — встроенная сортировка Python
```

Входные параметры:

`n` — целое число, длина массива

`out` — выводить ли отсортированный массив после работы функции (`True`) или нет (`False`), по умолчанию `False`

Программа должна сгенерировать массив целых случайных чисел в диапазоне (0,1000) и далее последовательно сортировать его указанными выше методами. Если параметр `out=True`, то для каждого метода выводятся отсортированные массивы.

Пример с `out=False`:

```
% python3 sorts.py 10000
bubble sort
13.518534183502197
```

...

```
python sort
0.0013260841369628906
```

Пример с out=True:

```
% python3 sorts.py 10
bubble sort
1.6927719116210938e-05
[324, 548, 548, 874, 881, 891, 899, 901, 916, 958]
```

...

```
python sort
7.152557373046875e-07
[324, 548, 548, 874, 881, 891, 899, 901, 916, 958]
```

Форма контроля – письменный отчет с устной защитой.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **эвристический подход**, который предполагает демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания через решения практических задач.

При организации образовательного процесса используются **методы и приемы развития аналитического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта аналитического мышления.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях используются следующие методы обучения: *проблемного изложения, поисковый, репродуктивный, исследовательский*. При проведении занятий также планируется использовать *наглядные методы*, такие как иллюстрация, демонстрация, визуализация.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендовано разместить на образовательном портале или сайте кафедры учебно-методические материалы: курсы лекций и лабораторные практикумы, методические указания по выполнению практических заданий и лабораторных

работ, вопросы для подготовки к зачету, перечень рекомендуемой литературы, информационные ресурсы.

Самостоятельная работа студента включает в себя работу с учебной литературой по заданным разделам дисциплины, поиск в Интернете новейшей учебной и научной информации в указанных областях знаний и знакомство с ней, а также выполнение задач, поставленных на занятиях.

Примерный перечень вопросов к зачету

1 семестр

1. Множества и элементы. Парадоксы
2. Операции над множествами
3. Представление множеств в компьютере. Год Грея
4. Отношения множеств. Свойства отношений
5. Операции над отношениями
6. Представление отношений в компьютере
7. Отношение эквивалентности. Фактормножества
8. Отношение порядка
9. Функции. Свойства функций
10. Категория. Объекты, морфизмы, функторы
11. Алгебраические структуры. Основа, сигнатура, тип
12. Полугруппы
13. Моноиды
14. Группы
15. Абелевы группы
16. Кольца
17. Поля. Конечные поля
18. Векторные пространства, модули
19. Линейные комбинации, базис, размерность
20. Матрицы, операции над матрицами
21. Координаты, замена координат
22. Расширения и представления алгебр
23. Полиномы. Векторное пространство полиномов
24. Полиномы над конечным полем. Неприводимые и примитивные полиномы
25. Конструирование конечного поля
26. Электронная рукопись. Структура документа. Текст, формулы, рисунки
27. Текстовый процессор на примере MS Word
28. Текстовый процессор LaTeX
29. Текстовый процессор Mathematica
30. Процессор электронных таблиц на примере MS Excel
31. Реляционные базы данных
32. Операции над матрицами в MS Excel
33. Математическое и компьютерное моделирование
34. Стандартизация данных
35. Метод наименьших квадратов

- 36. Барицентрические координаты
- 37. Линейная трансформация
- 38. Графические редакторы. Векторная и растровая графика
- 39. Цвет, прозрачность. Цветовые пространства

2 семестр

- 1. Представление чисел в компьютере.
- 2. Системы счисления и битовая арифметика.
- 3. Нахождение нулей функции. Метод Ньютона.
- 4. Методы численного интегрирования.
- 5. Рандомизация данных и метод Монте-Карло.
- 6. Понятие алгоритма и основные алгоритмические парадигмы.
- 7. О-асимптотика. Классы сложности алгоритмов.
- 8. Структура данных массив, представление в компьютере, оценка сложности операций.
- 9. Структура данных связный список, представление в компьютере, оценка сложности операций.
- 10. Структура данных стек, представление в компьютере, оценка сложности операций.
- 11. Структура данных очередь, представление в компьютере, оценка сложности операций.
- 12. Метод "разделяй и властвуй". Сортировка слиянием.
- 13. Метод "разделяй и властвуй". Бинарный поиск.
- 14. Переборные рекурсивные алгоритмы.
- 15. Графические рекурсивные алгоритмы.
- 16. Рекурсивные алгоритмы с возвратом.
- 17. Алгоритмы сортировки сложности $O(n^2)$.
- 18. Алгоритмы сортировки сложности $O(n \cdot \log(n))$.
- 19. Алгоритмы сортировки быстрее $O(n \cdot \log(n))$.
- 20. Принцип хеширования, понятие и свойства хеш-функции.
- 21. Парадокс дней рождения.
- 22. Структура данных хеш-таблица.
- 23. Представление деревьев в компьютере и методы их обхода.
- 24. Сбалансированные деревья поиска.
- 25. Структура данных куча и пирамидальная сортировка.
- 26. Представление графов в компьютере и алгоритм поиска в глубину.
- 27. Поиск кратчайшего пути в графе и алгоритм поиска в ширину.
- 28. Алгоритм Дейкстры.
- 29. Одномерные и двумерные задачи динамического программирования.
- 30. Решение задачи о наибольшей монотонной подпоследовательности.
- 31. Решение задачи о рюкзаке.

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) ¹
Алгебра и теория чисел	Кафедра высшей алгебры и защиты информации	нет	Вносить изменения не требуется (протокол №12 от 28.05.2021)
Математический анализ	Кафедра теории функций	нет	Вносить изменения не требуется (протокол №12 от 28.05.2021)
Геометрия и основы топологии	Кафедра геометрии, топологии и методики преподавания математики	нет	Вносить изменения не требуется (протокол №12 от 28.05.2021)
Дифференциальные уравнения	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол №12 от 28.05.2021)
Методы программирования	Кафедра веб-технологий и компьютерного моделирования	нет	Вносить изменения не требуется (протокол №12 от 28.05.2021)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

_____ (название кафедры) _____ (протокол № ____ от _____ 202__ г.)

Заведующая кафедрой

кандидат физ.-мат. наук, доцент _____

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Л. Л. Голубева

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор физ.-мат. наук, доцент _____

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

С. М. Босяков

(И.О.Фамилия)

