

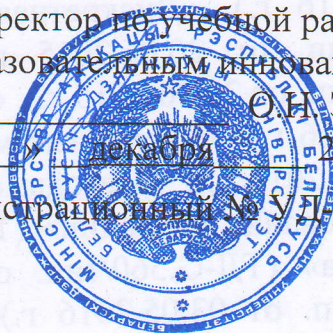
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Здрок
« 9 » декабря 2020 г.

Регистрационный № УД-9144/уч.



ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

по специальности

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)

направление специальности

1-31 03 03-01 Прикладная математика
(научно-производственная деятельность)

специализации

1-31 03 03-01 02 Математическое моделирование

1-31 03 03-01 04 Численные методы

1-31 03 03-01 06 Оптимизация и оптимальное управление

1-31 03 03-01 09 Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин и систем

1-31 03 03-01 11 Математическая кибернетика

1-31 03 03-01 12 Теория вероятностей и математическая статистика

1-31 03 03-01 14 Анализ данных и моделирование сложных систем

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебных планов №G31-173/уч. от 30.05.2013, №G31и-190/уч. от 30.05.2013; типовых программ по дисциплинам «Геометрия и алгебра» (ТД-G.514/тип. от 20.06.2015 г.), «Дифференциальные уравнения» (ТД-G.515/тип. от 20.06.2015 г.), «Функциональный анализ и интегральные уравнения» (ТД-G.545/тип. от 18.11.2015 г.), «Уравнения математической физики» (ТД-G.583/тип. от 03.05.2016 г.), «Дискретная математика и математическая логика» (ТД-G.516/тип. от 20.06.2015 г.), «Вычислительные методы алгебры» (ТД-G.511/тип. от 20.06.2015 г.), «Методы численного анализа» (ТД-G.597/тип. от 04.07.2016 г.), «Численные методы математической физики» (ТД-G.596/тип. от 04.07.2016 г.), «Методы оптимизации» (ТД-G.582/тип. от 03.05.2016 г.), «Исследование операций» (ТД-G.600/тип. от 04.07.2016 г.), «Теоретическая механика» (ТД-G.560/тип. от 05.04.2016 г.), «Компьютерные сети» (ТД-G.593/тип. от 03.05.2016 г.), «Операционные системы» (ТД-G.532/тип. от 07.09.2015 г.), «Модели данных и системы управления базами данных» (ТД-G.620/тип. от 02.02.2017 г.), «Алгоритмы и структуры данных» (ТД-G.510/тип. от 20.06.2015 г.), «Теория вероятностей и математическая статистика» (ТД-G.-284/тип. от 16.06.2010 г.), «Математический анализ», «Математическое моделирование», «Имитационное и статистическое моделирование», «Программирование».

СОСТАВИТЕЛИ:

Дмитрук Наталия Михайловна, заведующий кафедрой методов оптимального управления ФПМИ, доцент, кандидат физ.-мат. наук;

Бодягин Игорь Александрович, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных ФПМИ, доцент, кандидат физ.-мат. наук;

Козловская Инесса Станиславовна, председатель методической комиссии ФПМИ, доцент, кандидат физико-математических наук;

Репников Василий Иванович, заведующий кафедрой вычислительной математики ФПМИ, доцент, кандидат физ.-мат. наук;

Соболева Татьяна Валентиновна, зам. декана ФПМИ, кандидат физ.-мат. наук, доцент;

Харин Алексей Юрьевич, заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики ФПМИ, доцент, доктор физ.-мат. наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Советом факультета прикладной математики и информатики БГУ

(протокол №4 от 24.11.2020 г.)

Научно-методическим Советом БГУ

(протокол № 2 от 07.12.2020)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный экзамен является одной из обязательных составляющих итоговой аттестации студентов. Программа комплексного государственного экзамена по специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)», направление специальности 1-31 03 03-01 «Прикладная математика (научно-производственная деятельность)» разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта I степени высшего образования и Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

Программа комплексного государственного экзамена определяет и регламентирует структуру и содержание комплексного государственного экзамена по специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)».

В программу комплексного государственного экзамена включаются следующие учебные дисциплины общенаучного, общепрофессионального и специального циклов государственного компонента и компонента учреждения высшего образования: «Математический анализ», «Геометрия и алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Уравнения математической физики», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика и математическая логика», «Вычислительные методы алгебры», «Методы численного анализа», «Численные методы математической физики», «Методы оптимизации», «Исследование операций», «Математическое моделирование», «Имитационное и статистическое моделирование», «Теоретическая механика», «Программирование», «Компьютерные сети», «Операционные системы», «Модели данных и системы управления базами данных», «Алгоритмы и структуры данных».

Комплексный государственный экзамен проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Цель проведения комплексного государственного экзамена по специальности – выявление компетенций специалиста, т.е. теоретических знаний и практических умений, необходимых для решения теоретических и практических задач специалиста с высшим образованием.

Программа комплексного государственного экзамена носит системный, междисциплинарный характер и ориентирована на выявление у выпускника общепрофессиональных и специальных знаний и умений.

Выпускник должен:

знать:

- методы исследования функций одной и нескольких переменных с использованием аппарата дифференциального исчисления; принципы построения и использования интеграла при решении задач математики и прикладных задач; методы исследования сходимости числовых и функциональных рядов и исследования свойств сумм рядов; принципы

- построения ряда Фурье и свойства суммы ряда Фурье; основные положения теории функций комплексной переменной;
- основные понятия высшей алгебры; основы линейной алгебры;
 - методы интегрирования линейных стационарных дифференциальных уравнений и систем; условия существования и единственности решений задачи Коши; основные понятия теории устойчивости;
 - основные понятия и методы теории банаховых и гильбертовых пространств; основные понятия теории линейных ограниченных операторов;
 - 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 краевых задач для уравнений эллиптического типа;
 - аксиомы теории вероятностей; понятия случайных величин и их функций распределения; числовые характеристики случайных величин; методы построения точечных и интервальных оценок; методы проверки гипотез; методы построения математических моделей случайных процессов и их исследования;
 - базовые понятия теории множеств; основные логические операции и равносильности; классические комбинаторные объекты; элементарные булевы функции и функции многозначной логики; основные понятия и факты теории графов; классические модели вычислений; сведения о классах сложности P и NP ;
 - базовые понятия теории приближенных методов; методы решения численных уравнений и систем таких уравнений; основные методы решения задач теории приближения и их использование в задачах численного интегрирования и дифференцирования; методы решения основных типов задач для функциональных уравнений;
 - основы теории оптимизации; методы линейного программирования; оптимизационные задачи на графах; основы теории игр; методы решения задач выпуклого и нелинейного программирования; основы теории вариационного исчисления;
 - основы технологии моделирования; построение основных математических моделей физических и биологических процессов; постановку корректных задач, описывающих математические модели физических и биологических процессов;
 - методы статистического и имитационного моделирования; метод Монте-Карло;
 - основные понятия и принципы обработки информации, основы компьютерной обработки информации; принципы проектирования алгоритмов и их реализации; основные методы и средства эффективной разработки программного обеспечения; методы тестирования, отладки и

- верификации программ; особенности применения платформо-независимых языков; области применения и практическое использование декларативных языков;
- основные принципы функционирования и построения современных компьютерных сетей; функциональные возможности коммуникационного оборудования; протоколы и технологии передачи данных в сетях;
 - базовые алгоритмы планирования потоков и процессов; базовые способы и модели синхронизации параллельных потоков и процессов; базовые способы передачи данных между параллельными процессами; принципы организации виртуальной памяти;
 - методы логического проектирования баз данных; способы создания баз данных, ориентированных на конкретную систему управления базами данных; механизмы доступа к данным с использованием средств систем управления базами данных и других интерфейсов; принципы администрирования баз данных;
 - понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма; основные способы решения рекуррентных уравнений; основные подходы при разработке эффективных алгоритмов; способы организации структур данных и технологию их использования; виды поисковых деревьев; базовые алгоритмы на графах.

уметь:

- применять аппарат математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры при решении задач специальности;
- использовать методы Лагранжа, Коши, Эйлера при построении общего решения и решения задачи Коши линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; исследовать устойчивость и асимптотическую устойчивость решений дифференциальных уравнений и систем;
- использовать основные результаты функционального анализа в практической деятельности;
- находить вероятности сложных событий; находить функции распределения случайных величин и распределения функций случайных величин; находить числовые характеристики случайных величин; исследовать сходимости последовательностей случайных величин; строить точечные и интервальные оценки неизвестных параметров, исследовать их свойства; осуществлять статистическую проверку гипотез;
- решать базовые комбинаторные задачи; строить специальные представления булевых функций; исследовать на полноту системы булевых функций; исследовать на изоморфизм простейшие графы, определять связность, двудольность и планарность графов;
- исследовать основные характеристики приближенных алгоритмов применительно к конкретной вычислительной задаче; использовать

- основные результаты теории методов численного анализа к решению на компьютере модельных и прикладных задач;
- моделировать прикладные оптимизационные задачи; применять методы решения оптимизационных задач; проводить анализ решения;
 - использовать формальные методы при решении задач исследования операций; решать практические задачи принятия решений с использованием методов исследования операций;
 - строить и исследовать дифференциальные и интегральные модели различных физических и биологических процессов;
 - моделировать случайные величины с заданным законом распределения вероятностей; строить имитационные модели сложных систем; применять метод Монте-Карло для приближенного вычисления интегралов, решения систем линейных уравнений;
 - проектировать эффективные алгоритмы решения поставленной задачи; выбирать наиболее подходящие структуры данных, программные и технические средства реализации алгоритма; разрабатывать программные приложения с заданной функциональностью и операционным окружением;
 - разрабатывать и программировать многопоточные приложения; организовывать взаимодействие параллельных процессов и потоков; управлять виртуальной памятью процесса;
 - создавать логические модели баз данных; использовать средства систем управления базами данных для физического создания баз данных; создавать запросы на языке SQL для доступа и манипулирования данными;
 - сводить решение исходной задачи к решению подзадач и определять трудоемкость алгоритмов на основе рекуррентных соотношений; выбирать подходящие структуры данных при разработке эффективного алгоритма решения задачи; реализовывать поисковые деревья; строить графовые модели и применять базовые графовые алгоритмы;
- владеть:**
- навыками исследования функциональных зависимостей методами математического анализа; способами использования аппарата дифференциального и интегрального исчисления при проведении математических исследований;
 - навыками использования матричных методов для решения задач линейной алгебры;
 - навыками исследования моделей, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, уравнениями в частных производных;
 - основными методами исследования множеств в банаховых и гильбертовых пространствах; методами доказательств и аналитического исследования операторных уравнений первого и второго рода;

- методами нахождения вероятностных характеристик распределений; методами нахождения предельных распределений последовательностей случайных величин; методами статистического оценивания параметров; методами построения математических моделей случайных процессов;
- методами комбинаторного анализа и теории графов; методами исследования булевых функций; методами построения формальных грамматик и анализа языков; навыками программирования на языке машин Тьюринга;
- навыками отбора оптимальных алгоритмов для решения прикладных задач с использованием современной компьютерной техники; навыками программной реализации методов численного анализа и интерпретации полученных результатов;
- методами моделирования, решения и анализа оптимизационных задач;
- методологией решения задач организационного управления; математическим аппаратом решения задач исследования операций; информационными средствами и приложениями для построения математических моделей, анализа и решения задач по управлению целенаправленными процессами;
- приемами и методами построения математических моделей сложных систем; навыками моделирования разнообразных случайных элементов; методом Монте-Карло для решения различных прикладных задач;
- основными методами алгоритмизации практических задач; навыками разработки и сопровождения программ в конкретных средах разработки;
- навыками работы в локальных сетях и сети Интернет; технологиями построения локальных и глобальных сетей;
- методами и технологиями разработки многопоточных приложений, системного программного обеспечения на платформе WinAPI;
- методами проектирования баз данных; CASE-средствами проектирования баз данных; языком SQL; методами управления транзакциями; методами доступа к базам данных из приложений; методами администрирования баз данных; методами восстановления баз данных;
- основными подходами для разработки эффективных алгоритмов: метод «разделяй и властвуй» и динамическое программирование; навыками реализации и использования структур данных.

Освоение образовательной программы «Прикладная математика (научно-производственная деятельность)» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций

академические компетенции:

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-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.

социально-личностные компетенции:

- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

профессиональные компетенции:

- ПК-1. Работать с научно-технической, нормативно-справочной и специальной литературой.
- ПК-2. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области прикладной математики.
- ПК-3. Быстро адаптироваться к новым теоретическим и научным достижениям в области прикладной математики.
- ПК-4. Профессионально ставить задачи, вырабатывать и принимать решения.
- ПК-5. Владеть современными методами математического моделирования систем и процессов, участвовать в исследовании новых методов и технологий.
- ПК-10. Обрабатывать полученные результаты, анализировать их с учетом имеющихся научно-технологических достижений.
- ПК-11. Владеть алгоритмическим мышлением и современными языками программирования для программной реализации алгоритмов решения задач.
- ПК-23. Владеть современными средствами телекоммуникаций.
- ПК-24. Следовать профессиональным этическим нормам и правилам.
- ПК-26. Работать с научной, технической и патентной литературой.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Экзамен (ответы студентов и беседа с экзаменуемым) проводится на русском или белорусском языке.

В ходе подготовки экзаменуемые имеют право использовать учебные программы соответствующих дисциплин, научную и справочную литературу.

На подготовку к ответу обучающемуся отводится не менее 30 минут (но не более 1 астрономического часа). Время, которое отводится на ответ одного экзаменуемого, – до 30 минут.

Структура экзаменационного билета

Вопросы экзаменационного билета по учебным дисциплинам: «Математический анализ», «Геометрия и алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения», «Уравнения математической физики», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика и математическая логика», «Вычислительные методы алгебры», «Методы численного анализа», «Численные методы математической физики», «Методы оптимизации», «Исследование операций», «Математическое моделирование», «Имитационное и статистическое моделирование», «Теоретическая механика», «Программирование», «Компьютерные сети», «Операционные системы», «Модели данных и системы управления базами данных», «Алгоритмы и структуры данных» отражают содержание образовательной программы по специальности 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)».

Экзаменационный билет включает темы теоретического материала (2 вопроса), позволяющий оценить полученные в процессе обучения знания.

Характеристика теоретической части:

Первый вопрос билета содержит разделы фундаментальных математических знаний, необходимых для решения прикладных задач, второй – знания из области теории алгоритмов, моделирования, программно-компьютерных технологий, необходимые для построения соответствующего программного комплекса, автоматизирующего процесс решения задачи.

Каждый экзаменационный вопрос затрагивает большой раздел или несколько разделов ранее изученных дисциплин. Отвечая на вопросы государственного экзамена, студент должен продемонстрировать грамотное изложение соответствующего материала, видение того, какое место и значение занимает этот материал в комплексе полученных знаний, междисциплинарные знания.

Для уточнения экзаменационной отметки обучающемуся, могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой государственного экзамена. Количество дополнительных вопросов не должно превышать трех.

СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1. Учебная дисциплина «Математический анализ»

Тема 1 Функции одной и нескольких переменных

Функции, заданные явно. Критерий монотонности, критерий выпуклости, экстремумы. Функции, заданные неявно. Теорема о неявной функции. Функции, заданные, как сумма функционального ряда, как интегралы, зависящие от параметра, и их функциональные свойства.

Тема 2 Интегралы

Определения интеграла Римана, интеграла Лебега, несобственных интегралов, кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. Аналитические методы вычисления интегралов и примеры их использования.

Тема 3 Функциональные последовательности и ряды

Поточечная и равномерная сходимости функциональных последовательностей и рядов. Теорема о непрерывности суммы функционального ряда, теоремы о почленном дифференцировании и о почленном интегрировании функциональных рядов. Радиус сходимости степенного ряда и его вычисление. Представление функций степенными рядами и тригонометрическими рядами Фурье. Использование рядов при решении функциональных уравнений.

Тема 4 Функции комплексного переменного

Регулярные функции. Особые точки. Вычисление вычетов. Интегральная теорема Коши. Формула Коши. Использование вычетов для вычисления интегралов. Преобразование Лапласа.

Примерный перечень вопросов по разделу 1 для подготовки к комплексному государственному экзамену

1. Функции одной и нескольких переменных
2. Интегралы
3. Функциональные последовательности и ряды
4. Функции комплексного переменного

Раздел 2. Учебные дисциплины «Геометрия и алгебра» и «Вычислительные методы алгебры»

Тема 1 Векторные пространства и линейные операторы в конечномерных векторных пространствах

Векторное пространство его базис и размерность. Линейные операторы в конечномерных векторных пространствах и их матрицы. Подобие матриц. Критерий подобия. Нормальные формы матриц.

Тема 2 Системы линейных алгебраических уравнений. Аналитические и численные методы решения систем

Неоднородные системы. Критерий совместности линейных систем (теорема Кронекера-Капелли). Структура общего решения однородных и неоднородных систем. Основные прямые методы решения СЛАУ: Гаусса и его модификации, квадратного корня, обусловленность системы, методы, основанные на ортогональных преобразованиях. Итерационные методы решения СЛАУ: простейшие алгоритмы (метод простой итерации, Зейделя), вариационный подход к построению итерационных алгоритмов.

Примерный перечень вопросов по разделу 2 для подготовки к комплексному государственному экзамену

5. Векторные пространства и линейные операторы в конечномерных векторных пространствах
6. Системы линейных алгебраических уравнений. Аналитические и численные методы решения систем

Раздел 3. Учебная дисциплина «Дифференциальные уравнения»

Тема 1 Линейные дифференциальные уравнения и системы

Методы построения общих решений однородных и неоднородных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, формула Коши для нестационарных линейных систем.

Тема 2 Общая теория дифференциальных уравнений

Существование и единственность решения задачи Коши (теорема Пикара-Линделефа). Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от начальных условий и правых частей. Устойчивость стационарных и нестационарных систем дифференциальных уравнений.

Примерный перечень вопросов по разделу 3 для подготовки к комплексному государственному экзамену

7. Линейные дифференциальные уравнения и системы
8. Общая теория дифференциальных уравнений

Раздел 4. Учебная дисциплина «Функциональный анализ и интегральные уравнения»

Тема 1 Принцип сжимающих отображений и его применение

Банахово пространство. Сжимающее отображение. Теорема Банаха о неподвижной точке сжимающего отображения. Применение принципа

сжимающих отображений к решению СЛАУ и интегральных уравнений второго рода. Метод резольвент.

Тема 2 Компактные множества и компактные операторы

Компактные множества в конечномерных и бесконечномерных пространствах. Компактные операторы в банаховых пространствах. Компактность интегрального оператора. Разрешимость уравнений второго рода с компактным оператором. Теоремы Фредгольма.

Примерный перечень вопросов по разделу 4 для подготовки к комплексному государственному экзамену

9. Принцип сжимающих отображений и его применение
10. Компактные множества и компактные операторы

Раздел 5. Учебная дисциплина «Уравнения математической физики»

Тема 1 Методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными

Корректная постановка задачи Коши. Метод характеристик для решения задачи Коши для волнового уравнения. Метод Римана. Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

Тема 2 Дифференциальные модели. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными

Постановка краевых задач для волнового уравнения. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Уравнение Лапласа и Пуассона. Задача Дирихле, задача Неймана. Метод Фурье для решения смешанных задач.

Тема 3 Задачи для уравнений эллиптического типа

Гармонические функции, их свойства. Фундаментальное решение для уравнения Лапласа. Объемный и поверхностный потенциалы. Принцип максимума для гармонических функций, корректность краевых задач для уравнения Пуассона. Формулы Грина для гармонических функций. Функция Грина.

Примерный перечень вопросов по разделу 5 для подготовки к комплексному государственному экзамену

11. Методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными
12. Дифференциальные модели. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными
13. Задачи для уравнений эллиптического типа

Раздел 6. Учебная дисциплина «Теория вероятностей и математическая статистика»

Тема 1 Вероятность. Случайные величины, их распределения вероятностей и числовые характеристики

Аксиомы теории вероятностей, вероятностное пространство, простейшие вероятностные модели. Свойства вероятностной меры, формулы полной вероятности и Байеса. Случайная величина, функция распределения и ее свойства. Независимость случайных величин. Числовые характеристики случайных величин.

Тема 2 Статистические оценки параметров, их свойства и методы построения

Основные понятия теории статистического оценивания параметров. Неравенство информации. Метод моментов, метод максимального правдоподобия и их свойства. Интервальное оценивание параметров.

Тема 3 Основные понятия теории случайных процессов

Определение и задание случайных процессов. Понятие стационарного в широком смысле случайного процесса. Случайные процессы с независимыми приращениями. Цепи Маркова.

Примерный перечень вопросов по разделу 6 для подготовки к комплексному государственному экзамену

14. Вероятность. Случайные величины, их распределения вероятностей и числовые характеристики
15. Статистические оценки параметров, их свойства и методы построения
16. Основные понятия теории случайных процессов

Раздел 7. Учебная дисциплина «Дискретная математика и математическая логика»

Тема 1 Булевы функции и их представления

Понятие булевой функции. Реализация булевых функций формулами. Совершенные дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы, полином Жегалкина. Замкнутые классы и полнота систем булевых функций. Важнейшие замкнутые классы булевых функций (классы функций, сохраняющих константы, классы самодвойственных, линейных и монотонных функций). Критерий полноты и примеры полных систем булевых функций.

Тема 2 Графы. Основные классы графов

Определение графа. Способы задания графов. Изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Двудольные графы и критерий двудольности. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера. Гомеоморфные графы. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского. Эйлеровы графы и критерий эйлеровости. Гамильтоновы циклы и цепи. Достаточные условия

гамильтоновости графов. Раскраска графа. Хроматическое число и хроматический многочлен.

Тема 3 Алгоритмы и рекурсивные функции

Классические модели алгоритмов: Машины Тьюринга и частично рекурсивные функции. Тезис Тьюринга. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Частично рекурсивные функции. Эквивалентность понятий функций, вычислимых по Тьюрингу, и частично рекурсивных функций (Теорема о классах Ч и Т). Детерминированные и недетерминированные машины Тьюринга (одноленточные и k-ленточные). Временная сложность машин Тьюринга. Представление о классах P и NP. Проблема $P \stackrel{?}{=} NP$. Полиномиальная сводимость и NP-полные проблемы.

Примерный перечень вопросов по разделу 7 для подготовки к комплексному государственному экзамену

17. Булевы функции и их представления
18. Графы. Основные классы графов
19. Алгоритмы и рекурсивные функции

Раздел 8. Учебная дисциплина «Методы численного анализа»

Тема 1 Численные методы решения нелинейных уравнений, систем и задач оптимизации

Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем: метод простой итерации, Ньютона и его видоизменения. Градиентные методы и метод Ньютона для решения задач нелинейной оптимизации.

Тема 2 Приближение функций. Основные способы приближения функций и соответствующие алгоритмы

Существование и единственность элемента наилучшего приближения в линейных нормированных пространствах. Наилучшее среднеквадратичное приближение. Интерполирование: основные представления интерполяционного многочлена и остатка интерполирования. Сплайн-приближения.

Тема 3 Приближенное вычисление интегралов

Основные типы квадратурных формул (интерполяционные квадратуры, квадратуры наивысшей алгебраической степени точности); практическая оценка погрешности квадратур. Простейшие кубатурные формулы.

Тема 4 Методы численного решения начальных и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Одношаговые (Рунге-Кутта) и многошаговые (Адамса) методы решения начальной задачи, их простейшие характеристики; правило Рунге практической оценки погрешности; методы решения граничных задач: основанные на сведении к начальной задаче, проекционные, сеточные.

Примерный перечень вопросов по разделу 8 для подготовки к комплексному государственному экзамену

20. Численные методы решения нелинейных уравнений, систем и задач оптимизации
21. Приближение функций. Основные способы приближения функций и соответствующие алгоритмы
22. Приближенное вычисление интегралов
23. Методы численного решения начальных и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

Раздел 9. Учебная дисциплина «Численные методы математической физики»

Тема 1 Численные методы для уравнений математической физики

Простейшие разностные схемы для основных типов уравнений математической физики (теплопроводности, колебаний, Пуассона): построение, исследование свойств (аппроксимация, устойчивость), реализация.

Примерный перечень вопросов по разделу 9 для подготовки к комплексному государственному экзамену

24. Численные методы для уравнений математической физики

Раздел 10. Учебная дисциплина «Методы оптимизации»

Тема 1 Симплекс-метод как основной метод решения задач линейного программирования

Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения. Геометрическая интерпретация итерации симплекс-метода. Базисный план. Потенциалы, оценки. Критерий оптимальности. Двойственная задача к канонической и нормальной формам. Физический смысл двойственных переменных.

Тема 2 Метод множителей Лагранжа в нелинейном и выпуклом программировании

Постановка задачи нелинейного программирования со смешанными ограничениями. Понятие регулярного плана. Функция Лагранжа (классическая). Классическое правило множителей Лагранжа. Выпуклые функции и множества. Задача выпуклого программирования. Седловая точка. Теорема Куна-Таккера. Условия Куна-Таккера в случае дифференцируемых функций.

Тема 3 Бесконечномерные экстремальные задачи

Постановка основной задачи вариационного исчисления. Сильная и слабая минимали. Условия Эйлера в дифференциальной форме. Условие Лежандра-Клебша. Условие Якоби. Достаточные условия слабой минимали.

Примерный перечень вопросов по разделу 10 для подготовки к комплексному государственному экзамену

25. Симплекс-метод как основной метод решения задач линейного программирования
26. Метод множителей Лагранжа в нелинейном и выпуклом программировании
27. Бесконечномерные экстремальные задачи

Раздел 11. Учебная дисциплина «Исследование операций»

Тема 1 Экстремальные задачи на графах, способы решения

Задача о максимальном потоке: основные понятия (стационарного потока и разреза), теорема о максимальном потоке, основные этапы алгоритма расстановки пометок. Задача о кратчайших путях, основные этапы алгоритмов Дейкстры и Флойда.

Тема 2 Математические модели конфликтных ситуаций и их анализ

Классы игр. Определение матричной игры. Способы решения матричных игр. Основная теорема о разрешимости. Графический способ решения.

Примерный перечень вопросов по разделу 11 для подготовки к комплексному государственному экзамену

28. Экстремальные задачи на графах, способы решения
29. Математические модели конфликтных ситуаций и их анализ

Раздел 12. Учебная дисциплина «Математическое моделирование»

Тема 1 Модели и моделирование, их определение и роль

Модели и моделирование. Определение и классификация моделей. Основные этапы метода математического моделирования. Основные цели моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Требования к математическим моделям.

Тема 2 Постановка краевых задач в задачах моделирования (в физике и биологии)

Постановка начально-краевых задач при моделировании физических процессов под воздействием электромагнитного поля и биологических процессов для популяций особей. Определение диссипативных структур. Общая схема применения клеточных автоматов. Понятие и схема построения абстрактных эволюционных моделей.

Примерный перечень вопросов по разделу 12 для подготовки к комплексному государственному экзамену

30. Модели и моделирование, их определение и роль

31. Постановка краевых задач в задачах моделирования (в физике и биологии)

Раздел 13. Учебная дисциплина «Имитационное и статистическое моделирование»

Тема 1 Методы моделирования случайных элементов

Базовые случайные величины (БСВ). Мультипликативный конгруэнтный метод и метод Макларена–Марсальи моделирования БСВ. Базовый алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Методы моделирования непрерывных случайных величин (метод обратной функции, метод Неймана, метод суперпозиции). Оценка точности моделирования случайных величин на основе критериев Пирсона и Колмогорова.

Тема 2 Метод Монте – Карло и его применения

Общая схема метода Монте–Карло. Вычисление интегралов методом Монте–Карло. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Монте–Карло. Методы понижения дисперсии.

Примерный перечень вопросов по разделу 31 для подготовки к комплексному государственному экзамену

- 32. Методы моделирования случайных элементов
- 33. Метод Монте – Карло и его применения

Раздел 14. Учебная дисциплина «Теоретическая механика»

Тема 1 Уравнения Лагранжа второго рода

Обобщенные координаты. Число степеней свободы. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа. Консервативные силы. Силовая функция. Кинетический потенциал системы. Уравнения Лагранжа для консервативных сил.

Примерный перечень вопросов по разделу 14 для подготовки к комплексному государственному экзамену

- 34. Уравнения Лагранжа второго рода

Раздел 15. Учебная дисциплина «Программирование»

Тема 1 Основные типы данных в языках программирования и операции над ними

Базовые типы данных и их характеристики. Простые и структурированные типы. Массивы. Записи. Строковые типы. Ссылочные типы. Классы и объекты. Пользовательские типы данных. Совместимость типов. Приведение типов. Ввод-вывод данных. Операции над данными. Работа со статическими и динамическими данными. Хранение и обработка объектов. Коллекции. Интерфейсы коллекций.

Тема 2 Парадигмы программирования. Объектно-ориентированное программирование

Функциональное и параллельное программирование. Классы и объекты. Жизненный цикл объекта. Типы отношений между классами. Основные принципы объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Переопределение методов и полиморфизм. Перегрузка методов. Виртуальные методы и абстрактные классы. Раннее и позднее связывание. Организация доступа к элементам класса. Конструкторы, деструкторы. Библиотеки классов. Интерфейсы. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними.

Примерный перечень вопросов по разделу 15 для подготовки к комплексному государственному экзамену

35. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними
36. Парадигмы программирования. Объектно-ориентированное программирование

Раздел 16. Учебная дисциплина «Компьютерные сети»

Тема 1 Основные понятия компьютерных сетей. Принципы организации. Сетевые протоколы

Цели создания компьютерных сетей. Интерфейсы. Проблемы связи нескольких компьютеров. (Выбор физической топологии. Адресация узлов. Коммутация (Определение потоков, определение маршрутов, коммутация в транзитном узле, мультиплексирование и демultipлексирование). Классификации компьютерных сетей. Протокол. Межуровневый интерфейс. Стек протоколов. Модель и стек протоколов OSI и TCP/IP. Протоколы, используемые в сети Интернет: HTTP, FTP, POP, IMAP, SMTP и др.

Тема 2 Основные принципы построения и архитектура сети Интернет. Алгоритмы и протоколы внешней и внутренней маршрутизации

Понятие Автономной системы. Цели и задачи маршрутизации. Дистанционно-векторные алгоритмы и алгоритмы состояния связей. Протоколы внутренней маршрутизации (RIP, OSPF, EIGRP), протокол внешней маршрутизации BGP.

Примерный перечень вопросов по разделу 16 для подготовки к комплексному государственному экзамену

37. Основные понятия компьютерных сетей. Принципы организации. Сетевые протоколы
38. Основные принципы построения и архитектура сети Интернет. Алгоритмы и протоколы внешней и внутренней маршрутизации

Раздел 17. Учебная дисциплина «Операционные системы»

Тема 1 Процессы и потоки

Определения. Состояния потока. Диаграмма состояний потока. Планирование процессов в операционных системах. Алгоритмы планирования процессов: FCFS, SPN, RR, SRT.

Тема 2 Взаимодействие процессов

Синхронизация потоков. Условная синхронизация, взаимное исключение. Каналы передачи данных. Передача сообщений между процессами, типы адресации процессов. Синхронный и асинхронный обмен данными.

Примерный перечень вопросов по разделу 17 для подготовки к комплексному государственному экзамену

39. Процессы и потоки
40. Взаимодействие процессов

Раздел 18. Учебная дисциплина «Модели данных и системы управления базами данных»

Тема 1 Определение понятий «базы данных» и «СУБД»

Классификация СУБД по типам поддерживаемых моделей. Клиент-серверные и настольные СУБД. Фазы жизненного цикла системы обработки данных.

Тема 2 Проектирование БД. Реляционная модель базы данных. Нормализация данных, типы нормальных форм

Ключи, требования к ключам. Функциональные зависимости. Нормализация данных, типы нормальных форм.

Тема 3 Язык SQL

Составные части SQL: язык определения данных (DDL), язык манипуляции данными (DML). Понятие транзакции, операторы управления транзакциями.

Примерный перечень вопросов по разделу 18 для подготовки к комплексному государственному экзамену

41. Определение понятий «базы данных» и «СУБД»
42. Проектирование БД. Реляционная модель базы данных. Нормализация данных, типы нормальных форм
43. Язык SQL

Раздел 19. Учебная дисциплина «Алгоритмы и структуры данных»

Тема 1 Трудоемкость алгоритмов. Определение трудоемкости алгоритма на основе рекуррентных соотношений

Понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма. Полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Понятие рекуррентного соотношения и методы их решения. Оценка трудоемкости базовых алгоритмов поиска и внутренней сортировки на основе рекуррентных соотношений.

Тема 2 Организация поиска. Сбалансированные поисковые деревья. Хеш-таблицы. Базовые операции и их трудоемкость

Структуры данных для выполнения словарных операций. Бинарные поисковые деревья. Инварианты сбалансированности. Сбалансированные поисковые деревья, поддержка инвариантов сбалансированности и их трудоемкость. Хеш-таблицы. Методы разрешения коллизий.

Тема 3 Базовые алгоритмы поиска на графах и их трудоемкость

Способы задания графа (орграфа) в памяти компьютера. Алгоритмы поиска в глубину и ширину в графе и их приложения. Алгоритмы построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Алгоритмы построения кратчайших маршрутов. Алгоритмы построения минимального остовного дерева. Трудоемкость алгоритмов.

Примерный перечень вопросов по разделу 19 для подготовки к комплексному государственному экзамену

44. Трудоемкость алгоритмов. Определение трудоемкости алгоритма на основе рекуррентных соотношений
45. Организация поиска. Сбалансированные поисковые деревья. Хеш-таблицы. Базовые операции и их трудоемкость
46. Базовые алгоритмы поиска на графах и их трудоемкость

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Ахо, А. В.* Структуры данных и алгоритмы / А.В. Ахо, Д.Э. Хопкрофт, Д.Д. Ульман: Учеб. пособие/ пер. с англ. – М.: Вильямс, 2000. – 384 с.
2. *Богданов, Ю.С.* Математический анализ / Ю.С.Богданов, О.А.Кастрица, Ю.Б. Сыроид – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 351 с.
3. *Воеводин, В.В.* Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В.Воеводин – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
4. *Методы оптимизации: Учебное пособие / В.В.Альсевич [и др.] – Мн.: «Четыре четверти», 2011. – 472 с.*
5. *Гамма, Э.* Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э.Гамма, Р.Хелм, Р.Джонсон, Дж.Влиссидс – СПб.: Питер, 2007. – 366 с.
6. *Дейт, К.Дж.* Введение в системы баз данных / К.Дж.Дейт – М.:Вильямс, 2006. – 1328 с.
7. *Игошин В.И.* Теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И. Игошин – ИНФРА-М, 2012. – 318 с.
8. *Иржавский, П.А.* Теория алгоритмов: учеб. пособие / П.А.Иржавский, В.М. Котов, А.Ю.Лобанов, Ю.Л. Орлович, Е.П. Соболевская – Мн.: БГУ, 2013. – 159 с.
9. *Кастрица, О.А.* Математический анализ. Краткий курс: уч. пособие / О.А.Кастрица, С.А.Мазаник – Мн.: БГУ, 2017. – 299 с.
10. *Кормен, Т.* Алгоритмы: построение и анализ/ Т.Кормен, Ч.Лейзерсон, Р.Ривест, К.Штайн – М. : Вильямс, 2005. – 1296 с.
11. *Котов, В. М.* Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие / В.М.Котов, Е.П. Соболевская, А.А. Толстиков – Минск : БГУ, 2011. – 267 с.
12. *Краснопрошин, В.В.* Исследование операций: уч. пособие / В.В.Краснопрошин, Н.А. Лепешинский – Мн.: БГУ, 2013. – 191с.
13. *Леваков, А.А.* Математический анализ / А.А. Леваков – Минск: БГУ, 2014. – 383 с.
14. *Лиходед, Н.А.* Методы распараллеливания гнезд циклов: курс лекций / Н.А.Лиходед – Минск: БГУ, 2008. – 100 с.
15. *Олифер, В.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 944 с.
16. *Соболь, С.А.* Сборник задач по теории алгоритмов. Структуры данных: учеб.-метод. пособие / С.А. Соболь, К.Ю. Вильчевский, В.М. Котов, Е.П. Соболевская – Мн.: БГУ, 2020. – 159 с.
17. *Таненбаум, Э.* Современные операционные системы. 3-е изд. / Э.Таненбаум – СПб.: Питер, 2010. – 1120 с.
18. *Таненбаум, Э.* Компьютерные сети / Э.Таненбаум, Д. Уэзеролл – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 960 с.
19. *Таха, Х.А.* Введение в исследование операций / Х.А.Таха – М., С.-Петербург, Киев: Изд. Дом Вильямс, 2001. – 911 с.

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

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

22. Ширяев, А.Н. Вероятность. В 2-х кн. / А.Н.Ширяев – М.: МЦНМО, 2004. – 928 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Богданов Ю.С. Лекции по математическому анализу / Ю.С.Богданов – Мн.: изд-во БГУ, 1974, 1978. – Ч.1-2.

2. Богданов, Ю.С. Дифференциальные уравнения / Ю.С. Богданов, Ю.Б. Сыроид – Мн.: Выш. школа, 1983. – 239 с.

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

4. Вагнер Г. Основы исследования операций: в 3-х томах / Г.Вагнер – М.: Мин, 1972-73.– 335 с., – 487 с., – 501 с.

5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С.Вентцель – М.: Сов. Наука, 1972. – 550 с.

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

7. Дегтярев, Ю.И. Исследование операций / Ю.И.Дегтярев – М.:Высшая школа, 1986. – 319с.

8. Демидович, Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б.П.Демидович – М.: Наука, 1998. – 624с.

9. Емеличев, В.А. Лекции по теории графов / В.А. Емеличев, О.И.Мельников, В.И. Сарванов, Р.И. Тышкевич – М.: Наука, 1990. – 383 с.

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

11. 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.

12. Краснов, М. Л. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. / М.Л.Краснов, А.И.Киселёв, Г.И.Макаренко – М.: Наука, 1981. – 303с.

13. Крылов, В.И. Вычислительные методы высшей математики / В.И.Крылов, В.В.Бобков, П.И.Монастырный – Мн.: Выш. школа, 1972.– 594 с.

14. Крылов, В.И. Вычислительные методы / В.И. Крылов, В.В.Бобков, П.И. Монастырный – Том 1, М.: Наука, 1972.– 594 с.

15. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа / Л.Д.Кудрявцев – М.:Вышш.шк.: 1988, 1988, 1989. – Т.1-3.

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

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

18. *Размыслович, Г.П.* Геометрия и алгебра / Г.П.Размыслович, М.М.Феденя, В.М. Ширяев – Мн.: Университетское, 1987. – 350 с.
19. *Размыслович, Г. П.* Сборник задач по геометрии и алгебре / Г.П.Размыслович, М.М.Феденя, В.М.Ширяев – Мн.: Университетское, 1999.– 384 с.
20. *Рейнгольд, Э.* Комбинаторные алгоритмы теория и практика/ Э.Рейнгольд, Ю.Нивергельт, Н. Део. – М.: Мир, 1980. – 476 с.
21. *Сидоров, Ю.В.* Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин. – М.: Наука, 1989. – 408с.
22. *Стенли Р.* Перечислительная комбинаторика / Р.Стенли – М.: Мир, 1990. – 440 с.
23. *Танаев, В.С.* Введение в теорию расписаний / В.С.Танаев, В.В.Шкурба – М.: Наука, 1975. – 256 с.
24. *Тер-Криков, А.М.* Курс математического анализа / А.М.Тер-Криков, М.И.Шабунин – М.: Наука, 1997. – 720с.
25. *Тышкевич, Р.И.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия / Р.И.Тышкевич, А.С. Феденко – Мн.: Выш. школа, 1976. – 544 с.
26. *Форд, Л.* Потоки в сетях / Л.Форд, Д.Фалкерсон – Мир, 1966.– 276 с.
27. *Ширяев, А.Н.* Вероятность. В 2-х кн. / А.Н.Ширяев – М.: МЦНМО, 2004. – 928 с.
28. *Яблонский, С.В.* Введение в дискретную математику / С.В.Яблонский – М.: Наука, 1979. – 272 с.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
КОМПЛЕКСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
