

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



В.Г.Сафонов

2019

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по специальности

05.13.18

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Минск, 2019

СОСТАВИТЕЛИ:

Лиходед Николай Александрович, профессор кафедры вычислительной математики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

Таранчук Валерий Борисович, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой вычислительной математики
Протокол № 12 от 09.04.2019

Заведующий кафедрой
вычислительной математики



(подпись)

В.И.Репников

Кафедрой компьютерных технологий и систем
Протокол № 12 от 23.04.2019

Заведующий кафедрой
компьютерных технологий и
систем



(подпись)

А.М.Недзьведь

Учебно-методической комиссией факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета
Протокол № 5 от 21.05.2019

Председатель учебно-
методической комиссии




(подпись)

А.В.Филипцов

Советом факультета прикладной математики и информатики
Протокол № 8 от 27.06.2019

Председатель Совета



(подпись)

Т.В. Собалева
(Ф.И.О)

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Модели и моделирование. Роль моделирования в исследовании систем. Классификация моделей. Типы математических моделей. Основные этапы метода математического моделирования. Достоинства математического моделирования. Прямые и обратные задачи для дифференциальных уравнений, возникающих в результате математического моделирования. Имитационное моделирование.
2. Технология математического моделирования. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
3. Точность модели и метода решения. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
4. Технические средства построения и исследования моделей. Основы теории планирования модельного эксперимента на компьютере. Основы теории обработки результатов моделирования.
5. Функции и их графики, непрерывность и дифференцируемость функций, и использование этих свойств при моделировании реальных явлений. Формула Тейлора для функций одной и многих переменных. Исследование на экстремум функций одной и многих переменных. Теория поля. Формулы Грина, Стокса, Гаусса-Остроградского. Ряды Фурье. Аналитическая функция комплексной переменной, условия Коши-Римана. Формула Коши для аналитической функции комплексного переменного. Ряды Лорана. Теорема о вычетах аналитической функции.
6. Линейные операторы и квадратичные формы. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора, алгоритм их вычисления. Основные понятия общей алгебры (группы, подгруппы, гомоморфизмы, кольца и поля и их свойства).
7. Решение системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Устойчивость по Ляпунову. Особые точки системы дифференциальных уравнений. Использование обыкновенных дифференциальных уравнений при решении прикладных задач.
8. Классификация линейных дифференциальных уравнений в частных производных. Гиперболические, эллиптические и параболические уравнения. Задачи о колебаниях струны и мембраны (варианты краевых условий). Задача о распространении тепла в (неограниченном, полуограниченном и конечном) стержне (варианты краевых условий). Задачи Дирихле и Неймана (I и II краевые задачи) и их сведение к интегральным уравнениям. Методы Римана, Грина и потенциалов решения граничных задач. Классические решения граничных задач и их связь с численными методами. Использование уравнений с частными

- производными при решении прикладных задач.
9. Решение линейных интегральных уравнений. Интегральные уравнения с вырожденным и симметрическим ядром. Теоремы Фредгольма. Уравнение Эйлера и исследование функционала на экстремумы. Задача Штурма-Лиувилля. Принцип сжимающих отображений.
 10. Основы обработки статистических данных. Теория точечного и интервального оценивания параметров. Теория проверки статистических гипотез, критическая область, размер и мощность критерия. Классический и байесовский подход, средний риск. Теорема Неймана-Пирсона. Непараметрические критерии и критерии согласия. Регрессионный анализ, уравнение регрессии. Метод наименьших квадратов, свойства МНК-оценок, использование ортогональных полиномов. Оценки коэффициентов регрессии и линии регрессии. Регрессия как модель для прогнозирования, полиномиальная регрессия, методы отсева факторов в множественной регрессии. Проверка значимости коэффициентов регрессии и адекватности модели.
 11. Случайные процессы в технике и экономике. Конечномерные распределения и их свойства.
 12. Временные ряды как модели для прогнозирования технических и экономических процессов. Критерии случайности.
 13. Этапы исследования операций и их особенности. Основные классы моделей исследования операций. Классификация задач оптимизации. Прямые и двойственные задачи математического программирования. Задачи линейного программирования и особенности алгоритмов их решения. Основные подходы к решению задач линейного программирования большой размерности. Сравнительная характеристика алгоритмов безусловной оптимизации. Особенности задач условной оптимизации и алгоритмов их решения. Задачи дискретной оптимизации и методы их решения.
 14. Неформализованные задачи научно-технической деятельности и классификация моделей представления знаний. Основные процедуры поиска решений неформализованных задач. Искусственный интеллект, системы искусственного интеллекта.
 15. Общая постановка задачи интерполяции. Обобщенные многочлены. Классическая полиномиальная интерполяция. Наилучшее равномерное и среднеквадратическое приближение функций.
 16. Класс формул Ньютона-Котеса. Простейшие квадратурные формулы, оценки погрешностей. Некорректность операции численного дифференцирования.
 17. Векторные и матричные нормы. Мера обусловленности. Прямые и итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Исследование сходимости итерационных методов. Методы вычисления собственных значений.
 18. Методы простой итерации, секущих и Ньютона, сходимость методов. Принцип сжимающих отображений и его применение в численных

методах, условие сходимости итерационных процедур.

19. Задача Коши. Одношаговые методы. Класс методов Рунге-Кутты. Явные и неявные схемы Адамса (многошаговые методы). Жесткие системы ОДУ. Неявные схемы Рунге-Кутты для их решения. Специальное определение устойчивости для жестких систем ОДУ. Граничные задачи. Методы решения линейных граничных задач систем ОДУ.
20. Основные понятия теории разностных схем: аппроксимация, сходимость, устойчивость. Исследование устойчивости и сходимости схемы с весами для уравнения теплопроводности. Решение разностного уравнения Пуассона. Канонический вид и условие устойчивости двухслойных разностных схем.
21. Архитектура и типы компьютеров. Операционные системы. Языки программирования и их сравнительные характеристики.
22. Объектно-ориентированные языки программирования и средства визуального программирования, как инструменты создания комплексов программ математического моделирования. Назначение и сущность ООП. Основы ООП: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Классы. Объекты классов. Скрытие данных в классах. Перегрузка операторов. Виртуальные функции. Программы, управляемые событиями.
23. Эвристическое программирование и автоматизированное обучение. Искусственный интеллект, системы искусственного интеллекта - экспертные и поисковые системы, понятие и классификация интеллектуальных агентов. Понятие нейронных сетей и примеры их применения.
24. Основные возможности современных систем компьютерной математики на примере Mathematica, или Matlab, или Maple.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. 320 с.
2. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. 420 с.
3. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996. 544 с.
4. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002. 383 с.
5. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997. 224 с.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: Учебник. М.: МГУ, 2004. 798 с.
7. Корзюк В.И. Уравнения математической физики. Минск. «Издательский центр БГУ». 2011. 460 с.
8. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы: – М.: Бином, 2004. 636 с.
9. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы (в 2-х томах). – М.: Наука. 1976, 1977. Т.1 – 304 с., т.2 – 400 с.
10. Калиткин Н.Н. Численные методы. – БХВ-Петербург, 2011. 592 с.
11. Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа. – М.: Академия, 2007. 320 с.
12. Самарский А.А. Введение в численные методы: Учебное пособие. – Лань, 2009. 288 с.
13. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. 320 с.
14. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. ЛКИ, 2009. 480 с.
15. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984. 237 с.
16. Саати Т. Методы анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. 315 с.
17. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н., Пугачев Е.К. Объектно-ориентированное программирование: Учебник для вузов/ под ред. Г.С.Ивановой. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2001. 320 с.

Дополнительная литература:

1. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: Высш. шк., 2000. 190 с.
2. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. – М.: Наука, 1984. 320 с.

3. Саад Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем. В 2-х томах. Том 1. – М.: Издательство Московского университета, 2013. 306 с.
4. Мысовских И.П. Лекции по методам вычислений. С.-Петербург. Изд-во Петербургского университета, 1998. 472 с.
5. Фалейчик Б.В. Методы вычислений. – Минск: БГУ, 2014. 224 с