

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа вступительного испытания
при приеме на обучение по программе подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Научная специальность

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. ВИД ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание – экзамен.

2. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Форма проведения экзамена – **по билетам, в форме собеседования** с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы. Испытание включает два блока дисциплин:

1. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.
2. Специальные дисциплины профиля.

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов. Первые два вопроса методом случайной выборки формируются из первого блока математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, третий вопрос - из второго блока специальные дисциплины профиля.

Если вопрос требует создания базы данных, программы, то в этом случае допускается использование ЭВМ.

Вступительный экзамен проводится по билетам. На подготовку к экзамену отводится до 45 минут времени. Для подготовки ответа поступающий в аспирантуру использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года по месту сдачи экзамена.

На каждого поступающего заполняется протокол приема вступительного экзамена, в который вносятся вопросы билетов. Уровень знаний поступающего оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Протокол приема вступительного экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности согласно номенклатуре специальностей научных работников.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Математическое моделирование

Понятие математической модели. Математическое моделирование как метод описания и исследования сложных систем (в физике, экономике, управлении и других областях знаний). Основные этапы моделирования. Предварительное исследование проблемной области. Постановка задачи и определение типа модели. Обоснование корректности модели. Основы теории подобия и верификации моделей. Применение математических моделей в вычислительных экспериментах. Этапы вычислительного эксперимента. Построение математической, алгоритмической и программной модели исследуемой системы. Математическое замыкание. Компьютерные модели как формализованное представление в ЭВМ практических приемов и методов прикладной области. Семиотический подход: синтаксис, семантика и прагматика компьютерной модели. Замкнутый цикл решения задач на ЭВМ: построение концептуальной, формализованной, алгоритмической, программной модели, экспериментальные исследования, интерпретация результатов.

Обыкновенные дифференциальные уравнения

Геометрическая интерпретация и механическое толкование нормальной системы дифференциальных уравнений и ее решения. Задача Коши. Единственность решения. Общее, частное и особое решения системы дифференциальных уравнений. Однородные линейные системы и свойства их решений. Понятие фундаментальной системы и ее общий вид. Качественное поведение траекторий на плоскости линейной стационарной системы. Отыскание частного решения.

Математическое программирование

Задача линейного программирования. Основные теоремы для двойственных линейных задач. Методы решения задач линейного программирования. Транспортные задачи и методы их решения. Задача квадратичного программирования. Теорема Куна-Таккера. Функция Лагранжа и двойственность. Седловые точки и условия оптимальности. Многошаговые задачи оптимизации, постановка и существование решения. Метод динамического программирования.

Вариационное исчисление и оптимальное управление

Классическая задача вариационного исчисления. Первая вариация функционала. Уравнение Эйлера. Необходимые условия. Вторая вариация функционала. Уравнение Якоби. Достаточные условия экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума для негладких экстремалей. Постановка общей задачи оптимального управления. Принцип максимума Л. С. Понтрягина для задачи с фиксированными концами. Принцип максимума в задачах на быстроедействие. Условие трансверсальности. Теорема о числе переключений в линейных системах. Проблема синтеза оптимальных управлений. Достаточное условие оптимальности и уравнение Р. Беллмана. Связь между уравнением Беллмана и принципом максимума Понтрягина.

Численные методы

Решение линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы. Задача интерполяции, интерполяция полиномами. Численное интегрирование. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые и многошаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Явные и неявные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивость методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Численные методы решения экстремальных задач. Методы нулевого, первого и второго порядков. Разностные методы решения уравнений математической физики. Явные и неявные схемы. Основные понятия (аппроксимация, сходимость, устойчивость). Теория устойчивости разностных схем. Разностные схемы для уравнения Пуассона, теплопроводности, переноса и волнового уравнения. Метод прогонки. Понятие о пакетах прикладных программ и программных системах, применяемых в математике, вычислительном эксперименте, численном и имитационном моделировании.

Теория вероятностей и математическая статистика

Вероятностное пространство. Формула полной вероятности и формула Байеса. Последовательность независимых испытаний. Схема Бернулли. Случайные величины и их характеристики. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия. Ковариация и корреляция случайных величин. Случайные величины с равномерным, экспоненциальным, нормальным, биномиальным, пуассоновским распределениями и их применения. Выборочный метод и проверка статистических гипотез. Оценивание параметров распределений (методы моментов, минимума хи-

квадрат, максимального правдоподобия). Доверительные области. Линейный и нелинейный регрессионный анализ.

Случайные процессы

Марковские случайные процессы с дискретным и непрерывным временем. Простейшие цепи Маркова. Классификация состояний Марковской цепи. Пуассоновский случайный процесс и его приложения. Финальные вероятности состояний системы. Случайный процесс рождения и гибели. Система уравнений Колмогорова. Решение для случая линейного процесса рождения и гибели. Марковские модели систем массового обслуживания (СМО). Полумарковские модели СМО: метод вложенных цепей Маркова.

Математические основы информатики

Алгебра множеств. Алгебра отношений. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности, отношение порядка. Графы: виды, способы представления, маршруты в графах, операции над графами, изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Сети. Хроматическое число графа. Элементы теории формальных систем: понятие формальной системы, исчисление, формальный вывод. Полнота, непротиворечивость, разрешимость формальной системы. Исчисление высказываний, исчисление предикатов. Булева алгебра. Логика предикатов: свободные и связанные переменные, эквивалентные преобразования и предваренная нормальная форма. Информация и ее измерение. Энтропия. Методы оптимального кодирования. Машинная арифметика: представление чисел в ЭВМ, погрешности машинных вычислений, машинные коды. Теория алгоритмов: понятие алгоритма, формальные алгоритмические модели, универсальный алгоритм, алгоритмическая разрешимость, алгоритмически неразрешимые проблемы, основные классы алгоритмической сложности, понятие КР-сложной проблемы, КР-полные проблемы.

Моделирование, технологии создания программного обеспечения, пакеты прикладных программ

Нейронные сети. Основные элементы структуры. Алгоритмы обучения. Приложения нейронных сетей. Основные принципы прикладного структурного системного анализа. DFD, STD, ERD-диаграммы, словари данных, методология IDEF. Принципы технологии разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО, планирование и управление разработкой программных проектов, управление коллективами программистов. Пакеты прикладных программ. Их классификация. Структура пакета, его основные функциональные

блоки. Пакеты вычислительного назначения. Пакеты для автоматизированного проектирования - CAD, CASE. Геоинформационные системы.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие математической модели. Математическое моделирование как метод описания и исследования сложных систем. Основные этапы моделирования.

2. Обоснование корректности модели. Основы теории подобия и верификации моделей.

3. Применение математических моделей в вычислительных экспериментах. Этапы вычислительного эксперимента. Компьютерные модели как формализованное представление в ЭВМ практических приемов и методов прикладной области.

4. Замкнутый цикл решения задач на ЭВМ: построение концептуальной, формализованной, алгоритмической, программной модели, экспериментальные исследования, интерпретация результатов.

5. Геометрическая интерпретация и механическое толкование нормальной системы дифференциальных уравнений и ее решения. Задача Коши. Единственность решения.

6. Общее, частное и особое решения системы дифференциальных уравнений.

7. Однородные линейные системы и свойства их решений.

8. Понятие фундаментальной системы и ее общий вид. Отыскание частного решения.

9. Классификация уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Канонические формы линейных уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными с постоянными коэффициентами, характеристические уравнения и характеристики.

10. Задача линейного программирования. Основные теоремы для двойственных линейных задач. Методы решения задач линейного программирования.

11. Транспортные задачи и методы их решения.

12. Задача нелинейного программирования. Теорема Куна-Таккера. Функция Лагранжа и двойственность.

13. Многошаговые задачи оптимизации, постановка и существование решения. Метод динамического программирования.

14. Классическая задача вариационного исчисления.

15. Первая вариация функционала. Уравнение Эйлера. Необходимые условия.

16. Вторая вариация функционала. Уравнение Якоби. Достаточные условия экстремума.

17. Необходимые и достаточные условия экстремума для негладких экстремалей.

18. Постановка общей задачи оптимального управления. Принцип максимума Л. С. Понтрягина.

19. Условие трансверсальности. Теорема о числе переключений в линейных системах.

20. Проблема синтеза оптимальных управлений. Достаточное условие оптимальности и уравнение Р. Беллмана.

21. Решение линейных алгебраических уравнений. Прямые и итерационные методы.

22. Задача интерполяции, интерполяция полиномами.

28. Численное интегрирование.

29. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

30. Численные методы решения экстремальных задач. Методы нулевого, первого и второго порядков.

31. Разностные методы решения уравнений математической физики. Явные и неявные схемы. Основные понятия (аппроксимация, сходимость, устойчивость). Теория устойчивости разностных схем.

32. Разностные схемы для уравнения Пуассона, теплопроводности, переноса и волнового уравнения.

33. Понятие о пакетах прикладных программ и программных системах, применяемых в математике, вычислительном эксперименте, численном и имитационном моделировании.

34. Вероятностное пространство. Формула полной вероятности и формула Байеса.

35. Последовательность независимых испытаний. Схема Бернулли.

36. Случайные величины и их характеристики. Функция распределения случайной величины и ее свойства. Математическое ожидание и дисперсия. Ковариация и корреляция случайных величин.

37. Случайные величины с равномерным, экспоненциальным, нормальным, биномиальным, пуассоновским распределениями и их применения.

38. Выборочный метод и проверка статистических гипотез. Оценивание параметров распределений (методы моментов, минимума хи-квадрат, максимального правдоподобия).

39. Линейный и нелинейный регрессионный анализ.
40. Марковские случайные процессы с дискретным и непрерывным временем.
41. Простейшие цепи Маркова. Классификация состояний Марковской цепи.
42. Пуассоновский случайный процесс и его приложения.
43. Финальные вероятности состояний системы. Система уравнений Колмогорова.
44. Марковские модели систем массового обслуживания (СМО). Полумарковские модели СМО: метод вложенных цепей Маркова.
45. Алгебра множеств. Алгебра отношений. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности, отношение порядка.
46. Графы: виды, способы представления, маршруты в графах, операции над графами, изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Сети. Хроматическое число графа.
47. Элементы теории формальных систем: понятие формальной системы, исчисление, формальный вывод. Полнота, непротиворечивость, разрешимость формальной системы.
48. Исчисление высказываний, исчисление предикатов. Булева алгебра. Логика предикатов: свободные и связанные переменные, эквивалентные преобразования и предваренная нормальная форма.
49. Информация и ее измерение. Энтропия.
50. Машинная арифметика: представление чисел в ЭВМ, погрешности машинных вычислений, машинные коды.
51. Теория алгоритмов: понятие алгоритма, формальные алгоритмические модели, универсальный алгоритм, алгоритмическая разрешимость, алгоритмически неразрешимые проблемы, основные классы алгоритмической сложности, понятие КР-сложной проблемы, КР-полные проблемы.
52. Нейронные сети. Основные элементы структуры. Алгоритмы обучения. Приложения нейронных сетей.
53. Основные принципы прикладного структурного системного анализа. DFD, STD, ERD-диаграммы, словари данных, методология IDEF.
54. Принципы технологии разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО, планирование и управление разработкой программных проектов, управление коллективами программистов.
55. Пакеты прикладных программ. Их классификация. Структура пакета, его основные функциональные блоки. Пакеты вычислительного назначения.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

Основная литература:

1. Афанасьев, М. Ю. Прикладные задачи исследования операций: учеб. пособие / М. Ю. Афанасьев, К. А. Багриновский, В. М. Матюшок. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 352 с.
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы: учеб. пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельников. - 7-е изд. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2011. - 636 с.
3. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов / Н. В. Голубева. - СПб.: Лань, 2013. - 192 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4862
4. Гончаров, В. А. Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов / В. А. Гончаров. - М.: Юрайт, Высшее образование, 2010. - 191 с.
5. Евграфов, М. А. Аналитические функции: учеб. пособие / М. А. Евграфов. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2008. - 447 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=134
6. Основы научных исследований: учеб. пособие / [Б. И. Герасимов и др.] - М.: ФОРУМ, 2011. - 269 с.
7. Туганбаев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие / А. А. Туганбаев, В. Г. Крупин. - СПб.: Лань, 2011. - 320 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=652

Дополнительная литература:

1. Барботько, А. И. Основы теории математического моделирования: учеб. пособие для вузов / А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. - Старый Оскол: ТНТ, 2008. - 209 с.
2. Боровков, А. А. Теория вероятностей / А. А. Боровков. - М.; Новосибирск: Эдиториал УРСС: Изд-во ин-та математики, 1999.
3. Васильков, Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - М.: Финансы и статистика, 2001.
4. Велковиц, Ш. Принципы разработки программного обеспечения / Ш. Велковиц, Дж. Геннон. - М.: Мир, 1982.
5. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. - М.: Дрофа, 2004.
6. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. - М.: Физматлит, 2000.
7. Горбунов-Посадов, М. М. Системное обеспечение пакетов прикладных программ / М. М. Горбунов-Посадов, Д. А. Корягин, В. В. Мартынюк; под ред. А. А. Самарского (Библиотечка программиста). - М.: Наука, 1990.

8. Девиз, У. Операционные системы / У. Девиз. - М.: Мир, 1980.
9. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. - М.: Наука, 1978.
10. Колмогоров, А. Н. Функциональный анализ / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. - М.: Наука, 1984.
11. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. - М.: Наука, 1988.
12. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. - М.: Мир, 1976.
13. Краснощеков, П. С. Принципы построения моделей / П. С. Краснощеков, А. А. Петров. - М.: Изд-во МГУ, 1984.
14. Лебедев, В. В. Математическое моделирование социально-экономических процессов / В. В. Лебедев. - М.: ИЗОГРАФ, 1997.
15. Майерс, Г. Надежность программного обеспечения / Г. Майерс. - М.: Мир, 1980.
16. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики / Г. И. Марчук. - М.: Наука, 1980.
17. Математическое моделирование / Под ред. А. Н. Тихонова, В. А. Садовниченко и др. - М.: Изд-во МГУ, 1993.
18. Петров, А. А. Опыт математического моделирования экономики / А. А. Петров, И. Г. Поспелов, А. А. Шананин. - М.: Энергоатомиздат, 1996.
19. Пытьев, Ю. П. Математические методы анализа эксперимента / Ю. П. Пытьев. - М.: Высш. школа, 1989.
20. Пытьев, Ю. П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Ю. П. Пытьев. - М.: Физматлит, 2002.
21. Розанов, Ю. А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю. А. Розанов. - М.: Наука, 1989.
22. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - М.: Наука: Физ.-мат. лит., 1997.
23. Самарский, А. А. Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - М., 1989.
24. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - М., 1988.
25. Ульман, Дж. Основы систем баз данных / Дж. Ульман. - М.: Финансы и статистика, 1983.
26. Хайрер, Э. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи / Э. Хайрер, Г. Ваннер. - М.: Мир, 1999.
29. Хайрер, Э. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Не жесткие задачи / Э. Хайрер, С. Нерсетт, Г. Ваннер. - М.: Мир, 1990.
30. Чуличков, А. И. Математические модели нелинейной динамики / А. И. Чуличков. - М.: Физматлит, 2000.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека РФФИ - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
 2. Новая электронная библиотека - www.newlibrary.ru
 3. Российское образование (федеральный портал) - www.edu.ru
 4. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com>
 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru>
 6. Электронный каталог - lib.nvsu.ru
 7. Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://iprbookshop.ru>
 8. Виртуальный читальный зал Электронной Библиотеки Диссертаций РГБ - <http://www.diss.rsl.ru>
 9. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://www.diss.rsl.ru/>
 10. Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>
 11. База данных INSPEC - Information Service for Physics, Electronics and Computing - <http://www.ebscohost.com/academic/inspec>
 12. Журналы издательства Кембриджского университета - <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
 13. Журналы издательства Оксфордского университета - <http://oxfordjournals.org/>
- Журналы издательства Wiley - <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Программа вступительного испытания составлена на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и магистратуры

Составитель программы

С.И. Горлов – д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры ИМПИ

Т.Б. Казиахмедов – канд. пед. наук, доцент, зав.кафедрой ИМПИ