

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Кемеровский государственный университет

Институт фундаментальных наук



Утверждаю

Проректор по УР КемГУ

Р.М. Котов

» *Слово* 2018 г.

Программа вступительных испытаний  
для поступающих на обучение по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки  
**09.06.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА**

Направленность программы  
*05.13.18 – Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ*

Квалификация выпускника  
*Исследователь. Преподаватель-исследователь*

Форма обучения  
*очная, заочная*

Кемерово, 2018

Программа вступительного испытания по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к прохождению вступительного испытания.

Данная программа представляет собой базовую часть вступительного экзамена по направлению подготовки. Дополнительная часть вступительного экзамена разрабатывается индивидуально для каждого поступающего с учетом направленности программы подготовки и предполагаемой темы научно-квалификационной работы.

От экзаменуемых требуется знание материала, предусмотренного в общей части и соответствующем специальном разделе, а также умение применять теоретический материал для решения типовых задач.

Вступительный экзамен проводится письменно, по билетам. Билеты содержат 2 вопроса по разделам - информатика, математическое моделирование. Уровень знаний поступающего оценивается по 5-ти балльной шкале.

#### **Критерии оценки знаний:**

**«5 баллов»** на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировать теоретические положения решением задач.

**«4 балла»** на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала;
- иллюстрировать теоретические положения решением задач,

Но в ответе

- имеются негрубые ошибки или неточности;
- возможны затруднения в использовании практического материала;
- делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

**«3 балла»** ставится при:

- схематичном неполном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнание,
- с одной грубой ошибкой,
- неумением приводить примеры практического использования научных знаний.

**«2 балла»** ставится при:

- ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками,
- неумением оперировать специальной терминологией,
- неумением приводить примеры практического использования научных знаний.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## 1. 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.

## 2. 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.

## 3. Математическая физика

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. Уравнение поперечных колебаний струны, граничные и начальные условия, теорема единственности. Формула Даламбера для однородного уравнения колебаний. Метод разделения переменных для уравнения колебаний однородной струны. Уравнение теплопроводности, краевые задачи, принцип максимума, теорема единственности. Метод разделения переменных. Уравнение Лапласа, постановка краевых задач.

## 4. Математическое программирование

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

вания. 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.

## **5. 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.

## **6. 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.

## **7. 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.

## **8. 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 NP-сложной проблемы, NP-полные проблемы.

## **9. 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.

### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ**

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. Уравнение поперечных колебаний струны, граничные и начальные условия, теорема единственности. Формула Даламбера для однородного уравнения колебаний. Метод разделения переменных для уравнения колебаний однородной струны.

11. Уравнение теплопроводности, краевые задачи, принцип максимума, теорема единственности. Метод разделения переменных. Уравнение Лапласа, постановка краевых задач.

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

13. Транспортные задачи и методы их решения.

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

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

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

17. Задача интерполяции, интерполяция полиномами.

18. Численное интегрирование.

19. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

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

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

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

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

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

25. Последовательность независимых испытаний. Схема Бернулли.

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

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

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

29. Линейный и нелинейный регрессионный анализ.

30. Марковские случайные процессы с дискретным и непрерывным временем.

31. Простейшие цепи Маркова. Классификация состояний Марковской цепи.

32. Пуассоновский случайный процесс и его приложения.

33. Финальные вероятности состояний системы. Система уравнений Колмогорова.

34. Марковские модели систем массового обслуживания (СМО). Полумарковские модели СМО: метод вложенных цепей Маркова.

35. Алгебра множеств. Алгебра отношений. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности, отношение порядка.

36. Графы: виды, способы представления, маршруты в графах, операции над графами, изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Сети. Хроматическое число графа.

37. Элементы теории формальных систем: понятие формальной системы, исчисление, формальный вывод. Полнота, непротиворечивость, разрешимость формальной системы.

38. Исчисление высказываний, исчисление предикатов. Булева алгебра. Логика предикатов: свободные и связанные переменные, эквивалентные преобразования и предваренная нормальная форма.

39. Информация и ее измерение. Энтропия.

40. Машинная арифметика: представление чисел в ЭВМ, погрешности машинных вычислений, машинные коды.

41. Теория алгоритмов: понятие алгоритма, формальные алгоритмические модели, универсальный алгоритм, алгоритмическая разрешимость, алгоритмически неразрешимые проблемы, основные классы алгоритмической сложности, понятие NP-сложной проблемы, NP-полные проблемы.

42. Основные принципы прикладного структурного системного анализа. DFD, STD, ERD-диаграммы, словари данных, методология IDEF.

43. Принципы технологии разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО, планирование и управление разработкой программных проектов, управление коллективами программистов.

44. Пакеты прикладных программ. Их классификация. Структура пакета, его основные функциональные блоки. Пакеты вычислительного назначения.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 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](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. – СПб.: Лань, 2008. – 447 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=134](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](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. Математическая статистика. – М.: Наука, 1984.
3. Боровков, А. А. Теория вероятностей. – М.; Новосибирск: Эдиториал УРСС: Изд-во ин-та математики, 1999.
4. Васильков, Ю. В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. – М.: Финансы и статистика, 2001.
5. Велковиц, Ш. Принципы разработки программного обеспечения / Ш. Велковиц, Дж. Геннон. – М.: Мир, 1982.
6. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Дрофа, 2004.



7. Владимиров, В. С. Уравнения математической физики / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. – М.: Физматлит, 2000.
8. 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.
9. Девиз, У. Операционные системы. – М.: Мир, 1980.
10. Калиткин, Н. Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978.
11. Колмогоров, А. Н. Функциональный анализ / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. – М.: Наука, 1984.
12. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. – М.: Наука, 1988.
13. Крамер, Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1976.
14. Краснощеков, П. С. Принципы построения моделей / П. С. Краснощеков, А. А. Петров. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
15. Лебедев, В. В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. – М.: ИЗОГРАФ, 1997.
16. Майерс, Г. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1980.
17. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1980.
18. Математическое моделирование / Под ред. А. Н. Тихонова, В. А. Садовниченко и др. – М.: Изд-во МГУ, 1993.
19. Петров, А. А. Опыт математического моделирования экономики / А. А. Петров, И. Г. Поспелов, А. А. Шананин. – М.: Энергоатомиздат, 1996.
20. Пытьев, Ю. П. Математические методы анализа эксперимента. – М.: Высш. школа, 1989.
21. Пытьев, Ю. П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. – М.: Физматлит, 2002.
22. Розанов, Ю. А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика. – М.: Наука, 1989.
23. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М.: Наука: Физ.-мат. лит., 1997.
24. Самарский, А. А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1982.
25. Самарский, А. А. Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – М., 1989.
26. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М., 1988.
27. Ульман, Дж. Основы систем баз данных / Дж. Ульман. – М.: Финансы и статистика, 1983.
28. 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. – М.: Физматлит, 2000.

## **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Электронная библиотека РФФИ <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета [www.lib.mexmat.ru/books/41](http://www.lib.mexmat.ru/books/41)
3. Новая электронная библиотека [www.newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru)
4. Российское образование (федеральный портал) [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
5. Электронно-библиотечная система изд-ва «Лань» <http://e.lanbook.com>
6. Виртуальный читальный зал Электронной Библиотеки Диссертаций РГБ <http://www.diss.rsl.ru>
7. Информационно-образовательный портал КемГУ <http://edu.kemsu.ru>
8. Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://www.diss.rsl.ru>
9. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
10. База данных INSPEC - Information Service for Physics, Electronics and Computing <http://www.ebscohost.com/academic/inspec>
11. Журналы изд-ва Кембриджского университета <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
12. Журналы изд-ва Оксфордского университета <http://oxfordjournals.org>
13. Журналы издательства Wiley <http://onlinelibrary.wiley.com>