

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ  
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

Научная специальность:

**1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующая научной специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» группы научных специальностей 1.2. Компьютерные науки и информатика, разработана на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования уровней магистратуры и специалитета.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО  
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ  
ПРОГРАММ»**

Основной целью вступительного испытания в аспирантуру является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- понимание методологических основ дисциплины;
- знание методов постановки задач, формализации и разработки математических моделей различных процессов;
- знание математических методов описания, методов моделирования сложных систем и протекающих в них процессов;
- знание фундаментальных понятий и принципов математического моделирования различных процессов и объектов;
- знание современных методов обработки, систематизации и интерпретации экспериментальных данных;
- знание основ программного обеспечения для разработки комплексов программ;
- знание основ прикладного программирования и программных пакетов для моделирования объектов и систем.

## **РАЗДЕЛЫ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **1. Введение**

Предмет и задачи дисциплины. Основные этапы возникновения и становления математического моделирования. Основные понятия. Типы моделей.

### **2. Элементы теории функций и функционального анализа**

Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

### **3. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ**

Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

### **4. Теория вероятностей. Математическая статистика**

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

### **5. Принятие решений**

Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

### **6. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта**

Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

### **7. Численные методы**

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

## **8. Вычислительный эксперимент**

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

## **9. Алгоритмические языки**

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## **10. Основные принципы математического моделирования**

Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

## **11. Методы исследования математических моделей**

Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

## **12. Математические модели в научных исследованиях**

Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

# РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Основная литература

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. - М.: Наука, 1984.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач.- М.: Наука, 1981.
3. Боровков А.А. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1984.
4. Боровков А.А. Математическая статистика. - М.: Наука, 1984.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 1997. – 316 с.
7. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник /В.П. Тарасик. — Минск: Новое знание, 2013. — 584 с.
8. Федоткин, И. М. Математическое моделирование технологических процессов - М.: Ленанд, 2015. - 416 с.
9. Павловский, Ю. Н. Компьютерное моделирование. Учебное пособие / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. - М.: Физматкнига, 2014. - 304 с.
10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
11. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Статистика, 1977. – 199 с.
12. Кириченко А. В. (и др.) Математические модели и методы анализа и прогнозирования: предварительная обработка результатов эксперимента, проверка статистических гипотез, корреляционный анализ, парный регрессионный анализ : учебное пособие для студентов всех специальностей – Министерство образования и науки Российской Федерации, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. - Саратов : КУБиК, 2019. - 259 с.

## Дополнительная литература

1. Горлушкина Н.Н. Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем. – СПб: Университет ИТМО, 2016.–120 с.
2. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1979. – 286 с.
3. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. - М.: Высшая школа, 1989.
4. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.:ФИЗМАТГИЗ. 2000. – 294с.
5. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.
6. Семакин И.Г. и др. Программирование, численные методы и математическое моделирование - М.: КноРус, 2016. - 304 с.

7. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами./ Под. ред. М.Абрамовица и Н. Стигана: Пер. с англ. под ред. В.А. Диткина и Л.И. Кармазиной. – М.: Наука, 1979. – 830 с.

8. Горидько Н. П., Нижегородцев Р. М. Кривые Филлипса для современных макросистем: регрессионный анализ и моделирование - Москва: Восход-А, 2015. - 159 с.

9. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справ. изд. / С. А. Айвазян, И.С. Енюков, Л. Д. Мешалкин – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.

10. Кун Макс, Джонсон Кьелл. Предиктивное моделирование на практике. – СПб. [и др.] : Питер, 2019. - 637 с.

11. Эндрю Ф.Сигел Практическая бизнес-статистика.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 1056 с.

12. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере – 3-е изд., перераб. и доп. – М: ИНФРА-М, 2003. – 544 с.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Российская национальная библиотека	<a href="http://www.nlr.ru">www.nlr.ru</a>
Библиотека Академии наук	<a href="http://www.rasl.ru">www.rasl.ru</a>
Библиотека по естественным наукам РАН	<a href="http://www.benran.ru">www.benran.ru</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www.viniti.ru">www.viniti.ru</a>
Государственная публичная научно-техническая библиотека	<a href="http://www.gpntb.ru">www.gpntb.ru</a>
Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета	<a href="http://www.geology.pu.ru/library/">www.geology.pu.ru/library/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">elibrary.ru</a>