

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

\_\_\_\_\_ С.Ю. Рощин

Одобрено на заседании Академиче-  
ского совета Аспирантской школы по  
компьютерным наукам  
Протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_

Согласовано

Академический директор Аспирант-  
ской школы по компьютерным  
наукам

\_\_\_\_\_ С.А. Объедков

**Программа кандидатского экзамена по научной специальности 05.13.18  
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы  
программ»**



## 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа разработана в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и Паспорта научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

## 2. Структура кандидатского экзамена

### **Форма проведения испытания:**

Экзамен проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде.

### **Продолжительность испытания:**

не более трех часов

### **Структура кандидатского экзамена:**

Экзамен состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы, в том числе по теме диссертационного исследования экзаменуемого.

### **Оценка уровня знаний (баллы):**

Каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале (0 – 10). Итоговая оценка выставляется по пятибалльной шкале («неудовлетворительно» – «отлично») по следующему принципу пересчета:

«отлично» — 8 – 10 баллов (по 10-балльной шкале);

«хорошо» — 6 – 7 баллов (по 10-балльной шкале);

«удовлетворительно» — 4 – 5 баллов (по 10-балльной шкале);

«неудовлетворительно» — 0 – 3 балла (по 10-балльной шкале).

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

## 3. Содержание

### **Раздел 1. 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.



## **Раздел 2. 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.

## **Раздел 3. 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.

## **Раздел 4. Принятие решений**

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

## **Раздел 5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта**

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

## **Раздел 6. 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.

## **Раздел 7. Вычислительный эксперимент**

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.



## **Раздел 8. Алгоритмические языки**

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## **Раздел 9. 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.

## **Раздел 10. Методы исследования математических моделей**

Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

## **Раздел 11. 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.

## **Рекомендуемая основная литература**

1. А.Н. Колмогоров, С.В.Фомин. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
2. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука. 1981.
3. А.А. Боровков. Теория вероятностей. М.: Наука. 1984.
4. А.А. Боровков. Математическая статистика. М.: Наука. 1984.
5. Н.Н. Калиткин. Численные методы. М.: Наука. 1978.
6. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. М.: ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316с.
7. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.



8. В.В. Лебедев. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗО-ГРАФ. 1997, – 224с.
9. А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат. 1996. – 544с.
10. Ю.П. Пытьев Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002. – 354с.

### **Дополнительная литература**

11. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1979 – 286с.
12. Ю.П. Пытьев Математические методы анализа эксперимента. М.: Высшая школа, 1989.
13. А.И. Чуличков. Математические модели нелинейной динамики. М.: ФИЗМАТГИЗ. 2000. – 294с.
14. В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. Введение в минимакс. М.: Наука. 1972.
15. П.С. Краснощеков, А.А, Петров. Принципы построения моделей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.
16. Е.С. Вентцель. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.