

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Кемеровский государственный университет  
Математический факультет



**Программа кандидатского экзамена**  
уровень подготовки кадров высшей квалификации

направление подготовки  
**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

направленность (профиль) подготовки  
***05.13.18 Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ***

Квалификация выпускника  
***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения  
*очная, заочная*

Кемерово, 2016

## **Общие положения**

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-квалификационной работе.

Обучающийся за время обучения в аспирантуре обязан сдать кандидатские экзамены по дисциплинам «История и философия науки»; «Иностранный язык» и профильной дисциплине.

Настоящая программа определяет порядок проведения кандидатского экзамена по профильной дисциплине и состоит из типовой программы, вопросов к кандидатскому экзамену и рекомендуемой литературы.

Данная программа представляет собой базовую часть кандидатского экзамена по научной специальности (профилю). Дополнительная часть кандидатского экзамена по специальности разрабатывается индивидуально для каждого аспиранта или соискателя с учетом области его научных исследований и темы диссертационной работы.

Форма проведения кандидатского экзамена: устно (экзамен).

Билеты содержат 3 вопроса. Результаты оцениваются по 5-бальной шкале.

Балл «5» ставится за полный и обоснованный ответ со всеми доказательствами и обоснованиями; аспирант должен показать глубокое знание предмета, умение сопоставлять теорию и практику; знать базовые определения и понятия программы дисциплины.

Балл «4» ставится за недостаточно полный и обоснованный ответ. Имеющиеся в ответе неточности не являются принципиальными; аспирант должен показать глубокое знание предмета, умение сопоставлять теорию и практику; знать базовые определения и понятия программы дисциплины.

Балл «3» ставится, если аспирант на вопросы билета ответил только частично; отвечает на поставленные вопросы только с помощью экзаменатора; допускает существенные ошибки в формулировках теорем, определений и доказательств теорем, лемм и утверждений.

Балл «2» ставится, если не было правильного ответа на два вопроса билета или аспирант не знает основных понятий программы дисциплины.

## **Содержание программы**

### **ТИПОВАЯ ПРОГРАММА**

#### **1. Математические основы**

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.

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

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.

## **2. Информационные технологии**

Принятие решений. Общая проблема решения.

Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.

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

## **3. Компьютерные технологии**

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 граничных элементов.

Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки.

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## **4. Методы математического моделирования**

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

Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.

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

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

1. Теория разностных схем. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.
2. Консервативные разностные схемы.
3. Балансовый метод построения разностных схем.
4. Математические модели движения жидкостей. Потенциальная жидкость.
5. Вязкая однородная и неоднородная несжимаемая жидкость.
6. Модели турбулентного течения.
7. Метод погруженных границ решения дифференциальных задач с подвижной границей.
8. Метод дробных шагов решения многомерных задач математической физики.
9. Схемы переменных направлений, стабилизирующей поправки, предиктор-корректор, дробных шагов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *а) основная литература:*

- Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М. : Наука, 1984. 496 с.
- Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1988. 552 с.
- Боровков, А. А. Теория вероятностей. – М. : Наука, 1986. 432 с
- Боровков, А. А. Математическая статистика. – СПб. : Лань, 2010. 704с.
- Калиткин Н. Н. Численные методы / под ред. А. А. Самарского. – М. : Наука, 1978. 512 с.
- Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – М. : Физматлит, 2005. 316 с.
- Кузнецов Ю. И. Моделирование колебательных систем в природных средах. – Новосибирск: Изд-во РАН, 2008. 231 с.
- Подколзин, А. С. Компьютерное моделирование логических процессов. – М. : Физматлит, 2008. 1023 с.
- Заславский, Г. М. Гамильтонов хаос и фрактальная динамика. – М. : Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2010. 456 с.
- Бычков Ю. А., Щербаков С. В. Хаос в динамических системах. – СПб. : Технолит, 2009. 314 с.
- Пытьев, Ю. А. Математические методы интерпретации эксперимента. – М. : Высш. шк., 1989. 351 с.
- Математическое моделирование / под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. - М.: Изд-во МГУ, 1993

Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М.: ИЗОГРАФ, 1997

Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. - М.: Энергоатомиздат, 1996

Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. - М.: Физматлит, 2002

Захаров Ю.Н. Градиентные итерационные методы решения задач гидродинамики. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ие, 2004. 239 с.

Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений – М.: «Наука», 1978. 592 с.

Хакимзянов Г.С., Чубаров Л.Б., Воронина П.В. Математическое моделирование. – Новосибирск: РИНЦ НГУ, 2014. 264 с.

***б) дополнительная литература:***

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1979

2. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. - М.: Высш. школа, 1989

3. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. - М.: Физматлит, 2000

4. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. - М.: Наука, 1972

5. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. - М.: Изд-во МГУ, 1984

6. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М.: Сов. Радио, 1972

7. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. – М.: Мир, 1980. 616 с.

8. Лобасенко Б.А., Семёнов А.Г., Захаров Ю.Н. Ультрафильтрация: Теория и практика. – Новосибирск: Наука, 2015. 2004 с.

9. Захаров Ю.Н., Потапов В.П., Счастливец Е.Л., Чирюкина А.В. Моделирование распространение примесей в затопленных горных выработках. – КемГУ. – Кемерово, 2013. 96 с.

**Примерный перечень вопросов для сдачи экзамена**

**Типовая программа**

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства.
3. Пространства интегрируемых функций.
4. Элементы спектральной теории.
5. Аксиоматика теории вероятностей.
6. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
7. Случайные величины и векторы.
8. Корреляционная теория случайных векторов.
9. Случайные процессы.

10. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
11. Проверка статистических гипотез.
12. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы.
13. Метод последовательного принятия решения.
14. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
15. Модель. Понятие модели. Виды моделей: натурная, физическая, математическая, полунатурная, смешанная.
16. Основные этапы моделирования.
17. Виды математических моделей.
18. Математические модели движения жидкостей.
19. Адекватность, анализ поведения и качества моделей.
20. Идентификация, верификация и валидация модели. Устойчивость моделей. Квалиметрия моделей.
21. Методы представления структуры моделей и задания их функциональной спецификации.
22. Язык диаграмм UML.
23. Логические и псевдологические методы: математическая логика, конечные автоматы, продукционные системы, ситуационное управление.
24. Элементы теории множеств. Понятие множества, подмножества, равенство множеств. Виды множеств: конечные, бесконечные, счетные. Основные операции над множествами и их свойства. Изоморфизм и гомоморфизм множеств. Разбиение множеств на классы, фактор множества.
25. Теория графов. Понятие графа. Виды графов: ориентированный, неориентированный, нагруженный. Мультиграфы, подграф, равенство графов, изоморфизм и гомоморфизм графов. Основные операции над графами. Гиперграф. Сетевое планирование.
26. Исчисление высказываний: понятие логического высказывания, равенство высказываний, основные операции, нормальные формы, вывод в исчислении высказываний.
27. Логика предикатов первого порядка: понятие предиката, связь с логикой высказываний.
28. Теория конечных автоматов.
29. Детерминированные и вероятностные автоматы. Равенство автоматов, вхождение автоматов, изоморфизм и гомоморфизм автоматов.
30. Основные операции над автоматами. Методы разработки и тестирования автоматов.
31. Интуитивное понятие алгоритма. Формальные описания: нормальные схемы Маркова, машины Тьюринга, операторные схемы, рекуррентные выражения.
32. Структурные алгоритмы,
33. Объектно-ориентированный подход.
34. Оценка сложности алгоритма.
35. Теория формальных грамматик.
36. Теория вероятностей и математическая статистика.

37. Комбинаторика: основные понятия, характер решаемых задач, производящие функции, задачи упорядочивания.
38. Методы решения алгебраических уравнений.
39. Численные методы приближения функций.
40. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
41. Конечно-разностные уравнения. Многочлены Чебышева.
42. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
43. Интерполяция сплайнами.
44. Квадратурные формулы.
45. Преобразование Фурье, дискретное преобразование Фурье.
46. Аналитические методы ДУ.
47. Методы численного решения ДУ.
48. Приближённые методы дифференциальных уравнений.
49. Теория разностных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных.
50. Методы решения оптимизационных задач.
51. Транспортная задача, задача о назначениях
52. Модификации симплекс-метода для решений перечисленных видов нелинейного программирования.
53. Метод градиентного спуска.
54. Теория игр.
55. Задачи теории расписаний.
56. Нечеткие множества и модели.
57. ЭВМ как основное средство моделирования.
58. Автоматизация моделирования.
59. Средства автоматизации моделирования. Языки моделирования
60. Трёхмерное моделирование: алгоритмы и системы.
61. Распределенные информационные технологии; распределенное моделирование, распределенные и параллельные вычисления.

### **Дополнительная программа**

1. Теорема сходимости Лакса.
2. Методы построения разностных схем.
3. Консервативные разностные методы.
4. Модель идеальной жидкости.
5. Математическая модель вязкой жидкости в естественных переменных.
6. Математическая модель вязкой жидкости записанной относительно функции тока-завихренность.
7. Модели турбулентного течения вязкой жидкости.
8. Метод погруженных границ решения дифференциальных задач с подвижной границей.

9. Схема переменных направлений.
10. Схема стабилизирующей поправки.
11. Схема предиктор-корректор.
12. Схема в дробных шагах.

Программа составлена на основании паспорта научной специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, в соответствии: с программой-минимум кандидатского экзамена по специальности, утвержденной приказом Министерства образования РФ № 697 от 17.02.2004 г.; и основной образовательной программой аспирантской подготовки.