

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
д.юр.н., доц. Васильева Н.В.



21.06.2024г.

## **ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

по научной специальности

1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Составитель(-и): к.т.н., доцент Т.И. Ведерникова,  
к.ф.-м.н., доцент В.В.Братищенко

Иркутск 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Вопросы к кандидатскому экзамену .....	4
3. Рекомендованная литература для подготовки к кандидатскому экзамену...	9
4. Процедура проведения кандидатского экзамена .....	11
5. Структура и образец билета для сдачи кандидатского экзамена.....	12
6. Образец протокола заседания комиссии по приему кандидатского экзамена.....	14

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Научная специальность 1.2 Компьютерные науки и информатика направлена на подготовку научных и научно-педагогических кадров, а также высококвалифицированных специалистов-практиков, занимающихся исследованием теоретических и практических вопросов в области применения компьютерных технологий.

Данная специальность ориентирована на исследования и разработку теоретических положений и соответствующих предложений по совершенствованию математических методов обработки информации, технологических решений применения компьютерных технологий, структур хранения данных.

Объектом изучения специальности являются различные применения компьютерных технологий.

Основу данной программы составили ключевые положения следующих учебных дисциплин: математическое моделирование, системный анализ, дискретная математика, теория вероятностей, математическая статистика, исследование операций, теория алгоритмов.

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

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

## 2. ВОПРОСЫ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

### Раздел 1. Математические основы

*Элементы теории функций и функционального анализа.* 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 минимакс. 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.

### Раздел 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.

*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.

*Вычислительный эксперимент.* Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

*Машинное моделирование (ММ).* Основные положения ММ, связь ММ с методами Монте-Карло. Этапы построения имитационной модели. Верификация имитационной модели. Дисперсионный анализ. Полный факторный план  $2^{**k}$  (алгоритм Йетса). Дробный факторный план  $2^{**k}$  (определение смешанных эффектов). Планы первого порядка для регрессионных экспериментов (матричный подход, статистический анализ уравнения).

*Основные понятия информационных технологий.* Вычислительная техника, назначение и характеристики основных и периферийных устройств. Информационно-вычислительные сети. Классификация вычислительных сетей. Основные понятия сетевых систем.

*Основные понятия программирования.* Алгоритм. Языки и технологии программирования. Пакеты прикладных программ.

### Раздел 3. Методы математического моделирования

*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.

*Методы исследования математических моделей.* Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

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

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

*Модели системного анализа.* Определение системы. Строение и функционирование систем. Модели системы: “черный ящик”, состав системы, структура системы, “белый ящик”. Структурные связи, сетевые, иерархические структуры. Структуры со слабыми связями, многоуровневые, многоэшелонные структуры. Функционирование системы. Классификация систем. Закономерности развития систем. Классификация методов системного анализа. Методы формализованного представления систем. Методы активизации интуиции специалистов. Связи между методами разных групп. Синтетические методы системного анализа.

*Модели исследования операций.* Планирование производства на уровне промышленного предприятия. Планирование на уровне отрасли промышленности (объединения, компании). Составление оптимальной смеси. Транспортная задача. Размещение производства. Задачи упорядочения и согласования. Вероятностные методы согласования. Задачи оптимизации в сетевом планировании. Выбор маршрута. Поиск кратчайшего пути, матричный метод Шимбела. Задача коммивояжера, метод Литтла.

*Модели массового обслуживания.* Задачи массового обслуживания. Системы массового обслуживания и их классификация. Состояния системы массового обслуживания. Понятие состояния. Цепь Маркова как простейшая модель массового обслуживания. Поток событий. Простейший поток событий и его свойства. Нестационарный пуассоновский поток. Поток Пальма. Поток Эрланга. Время обслуживания как случайная величина. Система массового обслуживания с отказами. Постановка задачи определения вероятностей системы. Вывод уравнений Эрланга. Формулы Эрланга. Система массового обслуживания с ожиданием. Постановка задачи определения

вероятностей системы. Обобщение уравнений Эрланга для систем массового обслуживания с очередями.

*Модели управления запасами.* Природа и содержание задач управления запасами. Структура системы управления запасами. Детерминированные задачи управления запасами. Задача для однородной продукции при одном уровне управления. Задача при различных видах продукции. Вероятностные задачи управления запасами.

#### Раздел 4. Проектирование и разработка комплексов программ

Особенности разработки сложных программ. Классификация программного обеспечения. Автоматизированные средства разработки. Жизненный цикл (ЖЦ) программы. Модели ЖЦ. Человеко-машинный интерфейс (определение, концепции и принципы построения, основные элементы). Процесс создания комплексов программ (КП). Этапы проектирования КП (спецификация, проектирование и реализация, аттестация, эволюция). Принципы структурирования программ и данных (модульно-иерархическое построение программ, структурирование программных компонент, структурирование данных). Тестирование и отладка ПС. Обеспечение надежности функционирования программных средств и информационных технологий (понятия надежности; факторы, снижающие надежность; обеспечение надежности путем введения избыточности; программные методы повышения надежности).

#### Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Метрические и нормированные пространства.
2. Пространства интегрируемых функций.
3. Линейные непрерывные функционалы.
4. Линейные операторы. Элементы спектральной теории.
5. Дифференциальные и интегральные операторы.
6. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
7. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
8. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
9. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы.
10. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
11. Элементы теории случайных процессов.
12. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
13. Элементы теории проверки статистических гипотез.
14. Элементы многомерного статистического анализа.
15. Основные понятия теории статистических решений.
16. Основы теории информации.
17. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

18. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
19. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
20. Численное дифференцирование и интегрирование.
21. Численные методы поиска экстремума.
22. Вычислительные методы линейной алгебры.
23. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
24. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
25. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и другие.
26. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
27. Основные положения машинного моделирования, связь машинного моделирования с методами Монте-Карло. Этапы построения имитационной модели. Верификация имитационной модели.
28. Этапы построения имитационной модели. Верификация имитационной модели.
29. Дисперсионный анализ.
30. Полный факторный план  $2^{**k}$  (алгоритм Йетса).
31. Дробный факторный план  $2^{**k}$  (определение смешанных эффектов).
32. Планы первого порядка для регрессионных экспериментов (матричный подход, статистический анализ уравнения).
33. Вычислительная техника, назначение и характеристики основных и периферийных устройств. Операционные системы. Виды операционных систем.
34. Информационно-вычислительные сети. Основные понятия сетевых систем. Классификация вычислительных сетей.
35. Алгоритм. Алгоритмические языки. Технологии программирования. Пакеты прикладных программ.
36. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
37. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности моделей.
38. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
39. Модели динамических систем. Особые точки. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
40. Определение системы. Строение и функционирование систем.
41. Модели системы: “черный ящик”, состав системы, структура системы, “белый ящик”.
42. Структурные связи, сетевые, иерархические структуры. Структуры со слабыми связями, многоуровневые, многоэшелонные структуры.
43. Функционирование системы. Классификация систем. Закономерности развития систем.
44. Классификация методов системного анализа. Методы формализованного представления систем. Методы активизации интуиции специалистов. Связи между методами разных групп. Синтетические методы.

45. Планирование производства на уровне промышленного предприятия. Планирование на уровне отрасли промышленности.
46. Задачи упорядочения и согласования. Вероятностные методы согласования.
47. Задачи оптимизации в сетевом планировании. Выбор маршрута. Поиск кратчайшего пути, матричный метод Шимбела. Задача коммивояжера, метод Литтла.
48. Системы массового обслуживания и их классификация. Состояния системы массового обслуживания. Понятие состояния.
49. Цепь Маркова как простейшая модель массового обслуживания. Потoki событий. Простейший поток событий и его свойства. Нестационарный пуассоновский поток. Поток Пальма. Поток Эрланга. Время обслуживания как случайная величина.
50. Система массового обслуживания с отказами. Постановка задачи определения вероятностей системы. Формулы Эрланга.
51. Система массового обслуживания с ожиданием. Задачи определения вероятностей системы.
52. Природа и содержание задач управления запасами. Структура системы управления запасами.
53. Детерминированные задачи управления запасами. Задача для однородной продукции при одном уровне управления. Задача при различных видах продукции.
54. Вероятностные задачи управления запасами.
55. Назначение и классификация программного обеспечения.
56. Основные качественные и экономические критерии программного обеспечения применительно к разработке и использованию.
57. Человеко-машинный интерфейс (определение, концепции и принципы построения, модели, этапы разработки, основные элементы).
58. Показатели надежности и мобильности программного обеспечения.
59. Программное средство, комплекс программ (определение, компоненты, классификация). Методы разработки.
60. Жизненный цикл (ЖЦ) программных средств. Модели ЖЦ.
61. Стадия планирования комплекса программ (КС). Методы, используемые на этапе планирования КС. Построение информационной модели КС.
62. Стадия системного анализа. Анализ проекта, оценка целесообразности проекта. Разработка технического задания.
63. Стадия конструирования. Построение модели процессов. Построение модели данных. Описание алгоритмов обработки данных. Отладка и тестирование программ.



### 3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

#### а) основная литература:

1. Акофф Р. Основы исследования операций / Р. Акофф, М. Сасиени. – М.: Мир, 1971.
2. Алексахин С.В. Прикладной статистический анализ данных. В 2 т. / С.В. Алексахин. – М.: Приор, 1999-2000.
3. Боровков А.А. Теория вероятностей / А.А. Боровков. – М.: Эдиториал УРСС, 1999.
4. Боровков А.А. Математическая статистика / А.А. Боровков. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.
5. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач / Ф.П. Васильев. М.: Наука, 1981.
6. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) / В.М. Вержбицкий. – М.: Высш. Шк, 2001.
7. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. / Б.В. Гнеденко – М.: Эдиториал УРСС, 2001.
8. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – СПб.: Изд-во «Лань», 2006.
9. Иванова Г.С. Технология программирования / Г.С. Иванова. – Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
10. Исследование операций. В 2 ч. / под ред. Дж. Моудера, С.Элмаграби. – М.: Мир, 1981.
11. Красовский Г.И. Планирование экспериментов / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Мн.: Изд-во БГУ, 1982.
12. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов / В.В. Лебедев. – М.: ИЗОГРАФ, 1997.
13. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1984.
14. Липаев В.В. Программная инженерия. Методологические основы: Учеб. / В.В. Липаев; Гос. ун-т – Высшая школа экономики. – М.: ТЕИС, 2006.
15. Математическое моделирование / под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. – М.: Изд-во МГУ, 1993.
16. Петров А.А. Опыт математического моделирования экономики / А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. – М.: Энергоатомиздат, 1996.
17. Поршнева С.В. Численные методы на базе Mathcad / С.В. Поршнева, И.В. Беленкова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
18. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Ю.П. Пытьев. – М.: Физматлит, 2002.
19. Самарский А.А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 1997.
20. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения / И. Соммервилл. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.

21. Хамитов Г.П. Производящие функции в теории вероятностей / Г.П. Хамитов. – Иркутск, 2009.

**б) дополнительная литература:**

1. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974.
2. Васильев Ф.П. Методы оптимизации / Ф.П. Васильев. – М.: Факториал Пресс, 2002.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. М.: Наука, 1988.
4. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт. – М.: Мир, 1989.
5. Демьянов В.Ф. Введение в минимакс / В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. – М.: Наука, 1972.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978.
7. Краснощеков П.С. Принципы построения моделей / П.С. Краснощеков, А.А. Петров. – М.: Изд-во МГУ, 1984.
8. Кротов В.Ф., Методы и задачи оптимального управления / В.Ф. Кротов, Б.И. Гурман. – М.: Наука, 1966.
9. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981.
10. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тара-сенко. – М.: Высшая школа, 1989.
11. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, З.Б. Гамкпелидзе, Е.Ф. Мищенко. – М.: Наука, 1961.
12. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ-2 / А. Прицкер. – М.: Мир, 1987.
13. Романец Ю.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю.В. Романец, П.А. Тимофеев, В.Ф. Шаньгин. – М.: Радио и связь, 1999.
14. Розанов Г.В. Статистическое моделирование развития отрасли / Г.В. Розанов. – М.: Статистика, 1976.
15. Статистическое моделирование и прогнозирование / Гамбаров Г.М. [и др].; под ред. А.Г. Гринберга. – М.: Финансы и статистика, 1990.
16. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. М.: Наука, 1979.
17. Фокс Дж. Программное обеспечение и его разработка / Дж. Фокс. – М.: Мир, 1985.
18. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики / А.И. Чуличков. – М.: Физматлит, 2000.
19. Элиенс А. Принципы объектно-ориентированной разработки программ / А. Элиенс. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002.
20. Юдин Д.Б. Линейное программирование / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. – М.: Наука, 1969.

#### 4. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

На кандидатском экзамене по специальности аспирант (соискатель) должен продемонстрировать владение категориальным аппаратом компьютерных наук и информатики наук, включая знание основных теорий и концепций всех разделов дисциплины специализации. Он также должен показать умение использовать теории и методы математики и информатики, для анализа современных проблем по данной специальности и избранной области предметной специализации.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов, состав которых утверждается руководителем организации.

Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) организации, где осуществляется прием кандидатских экзаменов, в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Для подготовки ответа соискатель ученой степени использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года.

На каждого соискателя ученой степени заполняется протокол приема кандидатского экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные соискателю членами комиссии.

Уровень знаний соискателя ученой степени оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

Протоколы заседаний экзаменационных комиссий после утверждения ректором высшего учебного заведения или руководителем научного учреждения, организации хранятся по месту сдачи кандидатских экзаменов.

О сдаче кандидатского экзамена выдается удостоверение установленной формы.

## **5. СТРУКТУРА И ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА ДЛЯ СДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

Экзаменационный билет для сдачи кандидатского экзамена по специальности 1.2 Компьютерные науки и информатика включает в себя четыре вопроса: вопрос первый-третий– из числа вопросов Блока(-ов) 1 (...); четвертый вопрос – по теме диссертационного исследования соискателя (аспиранта).

*Образец билета для сдачи кандидатского экзамена*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Научная специальность 1.2 Компьютерные науки и информатика  
(цифр и наименование научной специальности)

**Кандидатский экзамен  
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Элементы теории случайных процессов.
2. Функционирование системы. Классификация систем. Закономерности развития систем.
3. Человеко-машинный интерфейс (определение, концепции и принципы построения, модели, этапы разработки, основные элементы).

Билет составил: \_\_\_\_\_  
(должность, название кафедры) (ФИО)

## 6. ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА ЗАСЕДАНИЯ КОМИССИИ ПО ПРИЕМУ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА



Министерство науки и высшего  
образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
**«БАЙКАЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «БГУ»)

Ленина ул., д. 11 г. Иркутск, 664003;  
Телефон: (3952) 52-26-22; E-mail:  
info@bgu.ru; Сайт: www.bgu.ru;  
ОКПО 02068232 ОГРН 1023801008648  
ИНН/КПП 3808011538/380801001

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор университета

\_\_\_\_\_ В.В. Игнатенко

[Заседание экзаменационной комиссии]

*Состав*

*комиссии:*

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(с указанием ученой степени, звания и должности)

Утвержден приказом по университету № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

**СЛУШАЛИ:**

Прием кандидатского экзамена от \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

по \_\_\_\_\_ научной \_\_\_\_\_ специальности

(шифр и наименование научной специальности)

На экзамене были заданы следующие вопросы:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

