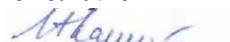


ОП ВО		СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
математики и физики
«10» марта 2020 г., протокол № 9

И.о. зав. кафедрой  И.А. Кашутина

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по специальной дисциплине**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Профили подготовки: «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Петропавловск-Камчатский 2020 г.

ОП ВО		СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		

Настоящая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 N 864 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)».

Разработчик:
доцент кафедры математики и физики



Р.И. Паровик

(подпись)

ОП ВО		СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения.....	4
2.	Содержание дисциплины.....	4
3.	Перечень вопросов к кандидатскому экзамену.....	6
6.	Основная и дополнительная литература	7
7.	Формы и критерии оценивания кандидатского экзамена.....	9

ОП ВО		СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		

1. Общие положения.

Программа кандидатского экзамена предназначена для аспирантов в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине, соответствующей направленности (профилю) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», является формой промежуточной аттестации при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний аспиранта, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе. Данная программа представляет собой базовую часть кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей направленности (профилю) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Дополнительная часть кандидатского экзамена разрабатывается индивидуально для каждого аспиранта с учетом области его научных исследований и темы выпускной квалификационной работы. Структура и содержание специальной дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» построены так, чтобы обучаемый, прошедший полный курс подготовки, мог в достаточной степени овладеть теоретическим материалом по основным разделам:

1. Математическое моделирование.
2. Численные методы.
3. Программирование и комплексы программ.

Кандидатский экзамен проводится в устной форме с использованием билетов экзаменационной комиссией, созданной в университете на основе приказа ректора. Уровень знаний аспиранта оценивается экзаменационной комиссией по пятибалльной системе. Предложенный список литературы для подготовки к кандидатскому экзамену может быть расширен по желанию аспиранта.

2. Содержание дисциплины.

1) Математическое моделирование.

Моделирование как метод познания и виды моделирования. Абстрактные модели и их классификация. Вербальные модели. Информационные модели. Имитационные модели. Математические модели. *Классификации математических моделей.* Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Непрерывные и дискретные модели. Детерминированные и стохастические модели. Статические и динамические модели. Линейные и нелинейные модели. *Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели.* *Динамические модели.* Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем. Модель популяции. *Моделирование стохастических систем.* Метод статистических испытаний. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Моделирование систем массового обслуживания. Переход детерминированных систем к хаотическому поведению. *Моделирование больших систем.* Постановка задач системного моделирования: система и ее части, декомпозиция, агрегирование, координация. Модели подсистем, методы анализа процессов в подсистемах и системах, состоящих из многих подсистем. Синтез крупномасштабных систем локально-оптимального и субоптимального управления. Оценка качества больших систем. Синтез больших систем; проблема сокращения размерности моделей больших систем (методы удаления переменных, методы

ОП ВО	СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

теории жестких систем). *Стационарные состояния больших систем. Устойчивость больших систем, анализ устойчивости с помощью векторных функций Ляпунова и функционалов Ляпунова-Красовского. Численное моделирование. Достоверность численной модели. Анализ и интерпретация численной модели. Оптимизационные методы детерминированного оценивания.* Методы математического программирования (линейного программирования, квадратичного программирования, выпуклого программирования, динамического программирования), методы оптимального управления, принцип максимума, вариационные методы, многокритериальная оптимизация. *Статистические методы моделирования.* Точечное и интервальное оценивание параметров моделей (метод наименьших квадратов, метод наибольшего правдоподобия, метод минимума дисперсии), проверка статистических гипотез (критерий хи-квадрат, критерий Колмогорова-Смирнова, критерий Стьюдента, критерий Фишера-Снедекора и др.), корреляционный анализ, дисперсионный анализ. *Методы теории графов в математическом моделировании.* Оптимизация на графах. *Моделирование конфликтов.* Игровые модели. Матричные игры, игры против природы, игры с нулевой суммой, коалиционные игры, дифференциальные игры. *Примеры математических моделей в физике, технике, химии, биологии, экологии, экономике.* Программные средства для моделирования предметных сред (предметной области).

2) Численные методы.

Интерполяция. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, их погрешности. Многочлены Чебышева, их свойства. Минимизация остаточного члена погрешности интерполирования. *Ортогональные системы функций. Ряды Фурье.* Наилучшее приближение в евклидовом пространстве. Тригонометрическая интерполяция; дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье. *Ортогональные многочлены.* Процесс ортогонализации Шмидта, разложения по ортогональным многочленам, рекуррентное построение ортогональных многочленов. *Сплайн-интерполяция.* Экстремальные свойства сплайнов, построение кубического интерполяционного сплайна. *Численное интегрирование.* Простейшие квадратурные формулы и их погрешности. Составные квадратурные формулы, оценки их погрешности. Интегрирование сильно осциллирующих функций. Численное интегрирование в нерегулярных случаях. *Численное дифференцирование.* Погрешности формул численного дифференцирования, правило Рунге. *Численные методы решения операторных уравнений в нормированных пространствах.* Метод Ньютона, условия его сходимости, погрешность метода. Принцип сжимающих отображений. Итерационные методы, условия их сходимости, погрешности. *Нормы и спектры матриц.* Границы спектра матрицы. Самосопряженные матрицы, их спектральные свойства. *Численные задачи линейной алгебры.* Конечные и итерационные методы решения линейных систем, обращения матриц, сходимость итерационных процессов, скорость сходимости, процесс ускорения сходимости итераций. Решение разреженных систем. Решение частной и полной проблем собственных значений. *Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.* Разностные операторы, аппроксимация задачи Коши, устойчивость и сходимость разностных схем. Аппроксимация, сходимость и устойчивость краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Решение задачи Коши разложением в ряд Тейлора. *Сетки и сеточные функции.* Пространства сеточных функций. Конечно-разностный аналог оператора Лапласа, его собственные числа и векторы. *Численные методы решений уравнений математической физики.* Типы

ОП ВО	СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

разностных схем метода сеток. Основные разностные схемы для линейных уравнений в частных производных второго порядка, их сходимость и устойчивость. Основные численные методы решения интегральных уравнений.

3) Программирование и комплексы программ.

Структуры геометрических данных. Векторы, точки, многоугольники, ребра, пространственные структуры. Представление геометрических структур в памяти компьютера. Операции с геометрическими структурами. *Анализ алгоритмов.* Меры сложности алгоритмов. Асимптотический анализ алгоритмов. Анализ рекурсивных алгоритмов. Алгоритмическая сложность задачи. *Сортировка данных на периферийных устройствах памяти (внешняя сортировка).* Многопутевое слияние и выбор с замещением, многофазное слияние, каскадное слияние, осциллирующая сортировка. Анализ алгоритмов внешней сортировки. *Поиск (просмотр) данных.* Поиск в упорядоченной структуре, поиск по бинарному дереву. Случайные бинарные деревья поиска. Цифровой поиск. Поиск по вторичным ключам. Поиск с помощью хеш-функций. *Псевдослучайные числовые последовательности.* Алгоритмы генерирования псевдослучайных чисел. Статистические свойства псевдослучайных последовательностей. *Машинная арифметика чисел с плавающей точкой.* Представление чисел с плавающей точкой в памяти компьютера. Точность арифметических операций с плавающей точкой. Вычисления с однократной и удвоенной точностью. Статистические свойства алгоритмов вычислений с плавающей точкой. Арифметика многократной точности. *Машинная арифметика целых и рациональных чисел.* Представление целых чисел и рациональных дробей. Представление полиномов. Полиномиальная арифметика. Модулярные и p -адические методы полиномиальной арифметики. Вычисления повышенной точности. *Аналитические вычисления.* Представление данных: полиномов, рациональных и алгебраических функций, трансцендентных функций, матриц, рядов. Полиномиальное упрощение. Аналитическое дифференцирование и интегрирование. *Математические пакеты программ (на примере одного пакета).* Интерактивная работа с современными математическими пакетами (Maple, MatCAD, MatLab, Derive, Mathematica и др.). Использование математических пакетов для моделирования, численного и аналитического решения задач. Встроенные языки программирования математических пакетов, их особенности, связанные с аналитическими вычислениями.

3. Перечень вопросов к кандидатскому экзамену.

1. Элементы теории случайных процессов.
2. Распознавание образов.
3. Интегральные преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и их приложения.
4. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
5. Представление о языках программирования высокого уровня.
6. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
7. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
8. Случайные величины и векторы.
9. Некоторые аспекты математического моделирования. Свойства и классификация.
10. Численное дифференцирование и интегрирование.
11. Методы анализа временных рядов.
12. Анализ размерностей. Пи-теорема. Примеры.

ОП ВО	СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

13. Задачи оптимального управления.
14. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
15. Вычислительные методы линейной алгебры.
16. Понятие меры и интеграла Лебега.
17. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
18. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
19. Основы теории информации.
20. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
21. Качественный анализ нелинейных дифференциальных уравнений и их систем. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Критерии устойчивости. Классификация точек покоя. Фазовые траектории.
22. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Вопросы аппроксимации, устойчивости и сходимости.
23. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
24. Метрические и нормированные пространства.
25. Пакеты прикладных программ.
26. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
27. Принятие решений. Общая проблема решения.
28. Проверка адекватности математических моделей.
29. Аксиоматика теории вероятностей.
30. Численные методы вейвлет-анализа.
31. Модель, алгоритм, программа. Общая схема построения математической модели.
32. Универсальность математических моделей. Примеры универсальных моделей.
33. Принцип динамического программирования.
34. Динамический хаос. Бифуркационные диаграммы.
35. Методы решения интегро-дифференциальных уравнений.
36. Элементы дробного исчисления и его применение.

4. Основная литература:

4.1. Основная учебная литература:

1. Паровик, Р. И. Хаотические и регулярные режимы дробных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский: издательство: Камчатпресс, 2019. – 132 с.
2. Паровик, Р. И. Математическое моделирование нелинейных эрдитарных осцилляторов : – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2017. – 132 с.
3. Паровик, Р. И. Математическое моделирование линейных эрдитарных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2015. – 175 с.
4. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/452200>
5. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/447100>

ОП ВО		СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»		

6. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451402>

4.2. Дополнительная учебная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451559>
2. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — URL : <https://urait.ru/bcode/451288>
3. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/450218>
4. *Древс, Ю. Г.* Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Древс, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/456381>
5. *Орел, Е. Н.* Непрерывные математические модели : учебное пособие для вузов / Е. Н. Орел, О. Е. Орел. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08079-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/455111>
6. *Стружкин, Н. П.* Базы данных: проектирование. Практикум : учебное пособие для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00739-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451246>
7. *Гостев, И. М.* Операционные системы : учебник и практикум для вузов / И. М. Гостев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04520-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451231>
8. *Емельянов, В. Н.* Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/453264>
9. *Мойзес, О. Е.* Информатика. Углубленный курс : учебное пособие для вузов / О. Е. Мойзес, Е. А. Кузьменко. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7051-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451401>

4.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

Название	Описание электронного ресурса	Используемый
----------	-------------------------------	--------------

ОП ВО	СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

электронного ресурса		для работы адрес
eLibrary – Научная электронная библиотека	Полные тексты журналов более 40 издательств (ИНИОН РАН, Elsevier Science, Academic Press, Kluwer, Springer, Birkhauser Publishing, Blackwell Science, Pergamon и др.)	www.elibrary.ru
ЭБС Юрайт	Ресурс для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги. Для удобства навигации по электронной библиотеке издания сгруппированы в каталог по тематическому принципу. Пользователям доступны различные сервисы для отбора изданий и обеспечения с их помощью комфортного учебного процесса. В электронной библиотеке представлены все книги издательства Юрайт. Некоторые издания и дополнительные материалы доступны только в электронной библиотеке	https://urait.ru
ЭБС IPR BOOKS	Важнейший ресурс для получения качественного образования, предоставляющий доступ к учебным и научным изданиям, необходимым для обучения и организации учебного процесса в нашем учебном заведении. Объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу, предназначенную для разных направлений обучения, с помощью которого вы сможете получить необходимые знания, подготовиться к семинарам, зачетам и экзаменам, выполнить необходимые работы и проекты	http://www.iprbooks.ru

5. Формы и критерии оценивания кандидатского экзамена.

Уровень оценивания испытательного испытание	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)
	КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН
отлично	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности
хорошо	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформированность практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков

ОП ВО	СМК-ПКЭ-2020
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

	оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности
удовлетворительно	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию
неудовлетворительно	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию