

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Ребковец Ольга Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 25.06.2023 15:07:14

Уникальный программный ключ:

e789ec87390358d6e4f3a2a5f511f5f

СМК-ПВИ-2022

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

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
по специальной дисциплине**

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

Область науки: 1. Естественные науки

Группа научных специальностей: 1.2. Компьютерные науки и информатика

Научная специальность: 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения: очная

Петропавловск-Камчатский, 2022 г.

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

Настоящая программа адресована поступающим, ведущим исследования в рамках научной дисциплины 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, и раскрывает содержание формирующих ее научных дисциплин. Овладение предлагаемым теоретическим материалом закладывает методологию поиска в выбранной области науки и создает условия для целенаправленной подготовки и успешной сдачи вступительного испытания.

Разработчик:

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры математики и физики
Р.И. Паровик

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения.....	4
2.	Содержание дисциплины.....	4
3.	Перечень вопросов к вступительному испытанию	7
4.	Рекомендации по выбору темы вступительного реферата	8
5.	Требования к содержанию и оформлению вступительного реферата	8
6.	Основная и дополнительная литература	9
7.	Формы и критерии оценивания вступительного испытания.....	11

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

1. Общие положения.

В основу настоящей программы вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа вступительного испытания) положены три модуля:

- математическое моделирование;
- численные методы;
- информатика.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры.

Для сдачи вступительного испытания в аспирантуру по специальности, поступающие должны: знать материал, предусмотренный программой; уметь кратко изложить содержание работы, представленной в качестве реферата; владеть кругом вопросов, связанных с узкой областью, к которой относится представленный реферат.

Вступительное испытание проводится в устной форме с использованием билетов экзаменационной комиссией, созданной в университете на основе приказа ректора. К испытанию допускаются лица, получившие положительную оценку по реферату.

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по пятибалльной системе.

Программа содержит рекомендуемую к изучению основную и дополнительную литературу, а также перечень вопросов, входящих в экзаменационные билеты.

2. Содержание дисциплины.

Модуль 1. Математическое моделирование.

1. Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Уравнение естественного роста. Уравнение движения в среде с сопротивлением. Уравнение свободных и вынужденных гармонических колебаний. Нормальная форма системы дифференциальных уравнений. Основные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.

2. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям математической физики.

Уравнения колебаний струны и мембранны. Уравнения теплопроводности и диффузии. Стационарное уравнение теплопроводности. Уравнения Максвелла. Классификация линейных уравнений второго порядка и основные задачи математической физики.

3. Задачи вариационного исчисления.

Экстремумы функционалов. Экстремали. Уравнение Эйлера. Вариационные задачи с закрепленными и подвижными концами. Достаточные условия экстремума функционала.

4. Задачи линейного программирования.

Геометрическая интерпретация и симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Двойственность в задачах линейного программирования. Транспортная задача.

5. Задачи выпуклого программирования.

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

Выпуклые множества и оболочки в линейных пространствах. Симплексы, многогранники. Выпуклый анализ в математических моделях экономики.

6. Задачи оптимального управления.

Управляемая система, ее состояния. Управления. Принцип максимума. Линейная задача быстродействия. Дискретные динамические системы и управления. Метод динамического программирования.

7. Многокритериальная оптимизация.

Постановка многокритериальной задачи, ее сведение к однокритериальной задаче. Оптимальность по Парето. Метод арбитражных решений. Многокритериальная задача как объект теории игр.

8. Элементы теории игр и исследования операций.

Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Оптимальное планирование, сетевое планирование и управление, управление запасами, системы массового обслуживания.

9. Булевые функции.

Булевые функции от одного, двух и многих аргументов. Совершенные дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Классы булевых функций. Полные и неполные системы функций, теорема Поста. Релейно-контактные схемы.

10. Графы и сети.

Основные понятия теории графов. Пути в графах. Связные графы. Деревья. Пленарные графы. Раскраска графов. Сети, их геометрическая реализация. Оценка числа сетей. Суперпозиция сетей. Потоки в сетях.

11. Основные понятия теории кодирования.

Кодирование и декодирование. Двоичные коды. Критерий и алгоритмы распознавания однозначности декодирования. Избыточность кодирования, коды с минимальной избыточностью. Коррекция кода, самокорректирующиеся коды.

Модуль 2. Численные методы.

1. Численные методы линейной алгебры.

Точные и итерационные методы решения линейных, систем. Решение специальных классов линейных систем. Итерационные методы обращения матриц. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений. Решение частной проблемы собственных значений.

2. Численные методы решения алгебраических уравнений.

Метод Штурма отделения действительных корней. Методы разделенных разностей и Лобачевского. Метод собственных значений. Метод Горнера нахождения действительных корней.

3. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.

Итерационные методы решения уравнений и систем. Градиентные методы. Метод Ньютона. Теорема Канторовича. Метод Ньютона нахождения нулей аналитической функции.

4. Интерполяция функций.

Постановка общей задачи интерполяции. Интерполяция многочленами. Интерполяционные формулы Лагранжа. Интерполяционные формулы для равноотстоящих узлов. Интерполяция с оптимальным выбором узлов. Интерполяция

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

функций нескольких аргументов. Интерполяция рациональными дробями. Сплайн-интерполяция. Экстремальное свойство сплайнов.

5. Аппроксимация функций.

Аппроксимация в нормированном пространстве. Среднеквадратическая аппроксимация. Аппроксимация многочленами и ортогональными многочленами. Равномерная аппроксимация. Основные задачи численного гармонического анализа.

6. Численное интегрирование.

Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса и Гаусса. Погрешность квадратурных формул. Составные квадратурные формулы, их погрешности. Интегрирование сильно осциллирующих функций. Численное интегрирование в нерегулярных случаях.

7. Разностные операторы и уравнения.

Конечные разности и разностные операторы. Численное дифференцирование функций одного аргумента, правило Рунге оценки погрешности. Обыкновенные разностные уравнения. Линейные обыкновенные разностные уравнения, системы обыкновенных разностных уравнений. Уравнения с частными разностями. Разностный оператор Лапласа, его спектр.

8. Численные методы оптимизации.

Численные методы нахождения экстремумов функций. Численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального управления.

9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Методы Эйлера и Рунге-Кутта. Многошаговые методы решения задач Коши. Метод Галеркина решения краевой задачи.

10. Численные методы решения задач математической физики.

Многомерные разностные – операторы. Сетки и сеточные функции двух аргументов. Аппроксимация краевых условий. Сходимость разностных схем. Численное решение интегральных уравнений.

11. Методы Монте-Карло.

Случайные числа. Общий алгоритм разыгрывания дискретной случайной величины. Алгоритмы генерации псевдослучайных числовых последовательностей на ЭВМ. Методы суперпозиции и обратных функций. Вычисление интегралов, поиск экстремумов функций, решение систем линейных уравнений методом Монте-Карло.

Модуль 3. Информатика.

1. Алгоритмы, их свойства и формализация.

Интуитивное понятие алгоритмической процедуры, свойства и виды алгоритмов. Машины Тьюринга. Рекурсивные функции. Анализ сложности алгоритмов.

2. Линейные информационные структуры.

Типы линейных структур: стеки, деки, очереди. Представление линейных структур в памяти компьютера: массивы, связные списки, циклические списки, двусвязные списки. Многомерные массивы, их представление в памяти компьютера. Основные операции с линейными структурами.

3. Нелинейные информационные структуры.

Деревья, бинарные деревья. Обход бинарных деревьев. Представление деревьев в памяти компьютера. Основные операции с деревьями. Многосвязные структуры.

4. Алгоритмы сортировки и поиска.

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

Сортировка данных путем вставок, обменная сортировка, сортировка посредством выбора, сортировка слиянием, сортировка распределением. Поиск в упорядоченной структуре, поиск по бинарному дереву. Случайные бинарные деревья поиска. Цифровой поиск.

5. Вычислительные сети.

Сетевые топологии и протоколы. Сетевые операционные системы. Безопасность в компьютерных сетях. Параллельные и распределенные вычисления.

6. Машинная арифметика.

Типы числовых данных. Представление целых чисел и чисел с плавающей точкой в памяти компьютера. Алгоритмы целочисленных вычислений. Вычисления с плавающей точкой однократной и удвоенной точности. Потеря значимости.

7. Операционные системы.

Архитектуры операционных систем. Адресация команд и данных. Управление ресурсами в многозадачных системах. Реализация многозадачности на однопроцессорных компьютерах. Примитивы взаимоисключения и синхронизации. Принципы функционирования стандартных периферийных устройств, драйверы. Организация файловых систем.

8. Языки программирования.

Классификация языков программирования. Синтаксис и семантика, формальное описание. Типы данных. Операторы ветвления и циклические операторы. Указатели и массивы. Структурное и объектно-ориентированное программирование. Классы, наследование, полиморфизм.

9. Базы данных и модели данных.

Структуризация и представление информации. Сетевая, иерархическая и реляционная модели данных. Поля и записи, типы данных. База данных как целостный объект. Принципы проектирования баз данных.

10. Управление базами данных.

Команды СУБД, структура и типы команд. Индексация и поиск в базах данных. Интеграция баз данных, связывание записей. Нормализация данных. Разработка командных модулей.

3. Перечень вопросов к вступительному испытанию.

1. Математическое моделирование.

1. Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
2. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям математической физики.
3. Задачи вариационного исчисления.
4. Задачи линейного программирования.
5. Задачи выпуклого программирования.
6. Задачи оптимального управления.
7. Многокритериальная оптимизация.
8. Элементы теории игр и исследования операций.
9. Булевы функции.
10. Графы и сети.
11. Основные понятия теории кодирования.

2. Численные методы.

1. Численные методы линейной алгебры.

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

2. Численные методы решения алгебраических уравнений.
3. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.
4. Интерполяция функций.
5. Аппроксимация функций.
6. Численное интегрирование.
7. Разностные операторы и уравнения.
8. Численные методы оптимизации.
9. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
10. Численные методы решения задач математической физики.
11. Методы Монте-Карло.

3. Информатика.

1. Алгоритмы, их свойства и формализация.
2. Линейные информационные структуры.
3. Нелинейные информационные структуры.
4. Алгоритмы сортировки и поиска.
5. Вычислительные сети.
6. Машинная арифметика.
7. Операционные системы.
8. Языки программирования.
9. Базы данных и модели данных.
10. Управление базами данных.

4. Рекомендации по выбору темы вступительного реферата.

Поступающий самостоятельно выбирает тему вступительного реферата, которая должна отражать направление будущего научного исследования.

План вступительного реферата должен содержать основную идею темы, структуру и логику изложения. Его составление определяет направленность работы, актуальность, проблемность, исследовательский характер.

Поступающий должен выполнить вступительный реферат по теме, раскрывающей суть его предстоящего научного исследования в целом или его части.

Помощь в выборе темы может оказать ознакомление с аналитическими обзорами и научными статьями в периодической печати; консультации со специалистами-учеными и практиками, в ходе которых можно выявить значимые проблемы и вопросы в области приложения, еще не решенные и недостаточно изученные в теоретическом плане.

5. Требования к содержанию и оформлению вступительного реферата.

Поступающие в аспирантуру представляют реферат по самостоятельно выбранной теме, согласованной с кафедрой и по тематике, отвечающей профилю подготовки.

Вместо вступительного реферата могут быть представлены публикации автора. Эти публикации должны содержать разработку научных положений в области проблемы, относящейся к профилю подготовки.

Автор должен показать свои знания по избранной теме, как по сути рассматриваемой проблемы, так и по методологии ее разработки. Одновременно следует отразить свой собственный опыт, полученный в процессе работы, а также желательно отразить зарубежный опыт в данной области исследования и практики. Главным при

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

оценке реферата является его научный уровень, эрудиция автора в исследуемой проблеме, умение обобщать и анализировать литературные источники, статистический материал, передовой отечественный и зарубежный опыт.

Объем реферата от 20 до 30 страниц текста 14 шрифтом через 1,5 интервала, поля – 2 см. Сверх этого объема представляется список использованной литературы и приложения.

В реферате выделяются: введение, три раздела: 1 - общетеоретический, 2 - анализ имеющегося опыта в области, связанной с темой реферата, 3 - выводы и предложения, заключение. В конце реферата указывается список использованной литературы, а при необходимости включается и приложение.

В введении отражается актуальность темы исследования, цели и задачи работы, основные вопросы рассматриваемой проблемы.

В первом разделе дается краткая характеристика теоретических и методологических аспектов темы реферата, указываются объекты исследования, источники информации, дается критический разбор трактовок, имеющихся в научной литературе, определяется позиция автора реферата.

В втором разделе освещаются практические аспекты проблемы управления, связанной с темой реферата, выделяются позитивные и негативные аспекты отечественной и зарубежной практики. Второй раздел должен выявить способности и навыки автора в части самостоятельной научной деятельности. Он должен по объему составлять до 2/3 всего реферата.

В третьем разделе формулируются предложения, вытекающие из второго раздела. Анализируются сложившиеся тенденции, разрабатываются прогнозы.

В заключение обобщаются и излагаются в краткой форме выводы, следующие из анализа исследуемых в работе проблем. В заключение не должно содержаться новых моментов, не рассмотренных в основной части работы. Объем заключения – 2-3 стр.

Список литературы, используемый при подготовке реферата, должен включать не менее 10-15 источников.

6. Основная литература:

1. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Ашихмин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Логос, 2016.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций)/ Белов П.С.— Электрон. текстовые данные.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016.— 121 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буйначев С.К.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Иванец Г.Е. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванец Г.Е., Ивина О.А.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово:

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

- Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61267.html>.— ЭБС «IPRbooks».
5. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12282.html>.— ЭБС «IPRbooks».
 6. Крахоткина Е.В. Численные методы в научных расчетах [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Крахоткина Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62884.html>.— ЭБС «IPRbooks».
 7. Нечта И.В. Введение в информатику [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Нечта И.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 31 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55471.html>.— ЭБС «IPRbooks».
 8. Гаряева В.В. Информатика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и 09.03.02 Информационные системы и технологии/ Гаряева В.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС ACB, 2017.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73557.html>.— ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная литература:

1. Паровик Р. И. Математические модели неклассической теории эманационного метода : монография.— Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2014. –77 с.
2. Паровик Р. И. Математические модели классической теории эманационного метода : монография.— Петропавловск-Камчатский:КамГУ им. Витуса Беринга, 2014. – 126 с.
3. Пережогин А.С. Моделирование зон геоакустической эмиссии в условиях деформационных возмущений: монография; – Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт космофизических исследований и распространения радиоволн. – Петропавловск-Камчатский :КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – 93 с.
4. Водинчар Г.М. Оценивание параметров периодичностей в пуассоновских процессах : монография.— Петропавловск-Камчатский :КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – 106 с.
5. Водинчар Г.М., Фещенко Л. К. Маломодовые модели конвекции в ядре Земли : монография. – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – 113 с.
6. Шереметьева О.В. Модели геомагнитных вариаций, обусловленных процессами в геосферах оболочках : монография. – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – 95 с.
7. Кузнецов С. П. Динамический хаос и гиперболические аттракторы. –М. : Ижевск, 2013. – 488 с.

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

7. Формы и критерии оценивания вступительного испытания.

Уровень оценивания испытательного испытание	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)	
	ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ	реферат
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	Поступающий рассматривает тему на основе целостного подхода и причинно-следственных связей, эффективно распознает ключевые вопросы и логично раскрывает тему. Отличную оценку получает поступающий, который творчески, глубоко и всесторонне осветил тему на базе основополагающих литературных источников; если в работе всесторонне проанализированы примеры, факты из практики по данной проблематике; ощущается строгая и логическая последовательность изложения материала.
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 оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности	Поступающий определяет главную цель и подцели, рассуждает логически, но не умеет расставлять приоритеты. Хорошую оценку получает поступающий, который в работе показал твёрдые знания предмета, определил и достаточно полно раскрыл основные вопросы темы на примере ряда источников. На снижение оценки в этом случае повлияли неточности в изложении материала, стилистические погрешности, слабое оформление и не выраженная самостоятельность работы.
удовлетворительно	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами;	Поступающий находит связи между данными, на первый взгляд не связанными между собой, но не

ОП ВО	СМК-ПВИ-2022
Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	

	несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	способен обобщать разнородную информацию и на ее основе предлагать решения в ситуациях повышенной сложности. Удовлетворительную оценку получает поступающий, который правильно осветил тему, но мало использовал литературных источников, недостаточно раскрыл содержание вопросов плана, допустил неверную трактовку либо неточность в раскрытии ли оценке какого-либо вопроса.
неудовлетворительно	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	Поступающий не может установить для себя и других направление и порядок действий, необходимые для достижения цели, не соблюдает установленные сроки для выполнения текущих обязанностей.