

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ
протокол от «02» декабря 2024 г. № 10

Рабочая программа дисциплины

«Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ (кандидатский экзамен)»

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

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

Программа аспирантуры
Математическое обеспечение программных продуктов
индустриального назначения

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2025 год

1. Место и цель дисциплины в структуре ПА

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (кандидатский экзамен)» относится к числу обязательных дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры и изучается на 3 году обучения в 5 семестре.

Цель дисциплины – ознакомить аспирантов с современным математическим обеспечением решения программных продуктов индустриального назначения. Дисциплина направлена на подготовку к кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Выпускник, освоивший программу, должен

Знать:

- материал раздела математического обеспечения современных продуктов индустриального назначения.

Уметь:

- применять современные модели и методы для исследования наукоемких большеразмерных прикладных труднорешаемых задач.

Владеть:

- математическим обеспечением и информационными технологиями при создании наукоемких цифровых продуктов индустриального назначения.

3. Структура и содержание дисциплины.

Объём дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (кандидатский экзамен)» составляет 2 зачётные единицы, всего 72 часа, из которых 12 часов составляет контактная работа обучающихся с преподавателем (лекции и практические занятия в аудитории), 52 часа составляет самостоятельная работа обучающихся.

Таблица 1

Структура дисциплины

Наименование разделов дисциплины,	Всего (часы)	в том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Всего	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации,		

1. Математические модели и экстремальные задачи на графах	16	2	2	-	-	4	12
2. Многоуровневые методы исследования большиеразмерных задач на графовых структурах	24	2	2	-	-	4	20
3. Практика реализации наукоемких компонент программного обеспечения индустриального назначения	24	2	2	-	-	4	20
<i>в том числе текущий контроль 8 час.</i>							
Аттестация по дисциплине: Экзамен							
Итого	72	6	6	-	-	12	52

Таблица 2

Содержание разделов дисциплины

№П/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятий	Форма текущего контроля
1	Математические модели и экстремальные задачи на графах	Актуальные проблемы в процессах моделирования и проектирования сложных систем. Проблема выбора математической модели. Задачи на графах в процессах физико-математического моделирования. Задачи проектирования электронных систем	Лекции, Семинары	Лекции и обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
2	Многоуровневые методы исследования большиеразмерных задач на графовых структурах	Многоуровневая оптимизации для решения большиеразмерных задач на графах. Концепция многоуровневого алгоритма. Методы построения огрубленных моделей и редукции данных. Методы поиска решений редуцированных задач. Методы восстановления решений.	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола

3	Практика реализации наукоемких компонент программного обеспечения индустриального назначения	Многоуровневые средства решения классических задач на графах. Многоуровневые средства решения прикладных задач на графах в процессах физико-математического моделирования. Многоуровневые средства решения прикладных задач на графах в процессах конструкторского проектирования электронных систем	Семинары	Обсуждение с обучающимися основных положений разделов практических занятий в формате семинара или круглого стола
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Контроль самостоятельной работы – семинарские занятия. При подготовке к занятиям обучающиеся изучают и повторяют разделы теоретического материала по конспектам и по учебникам и монографиям из списка литературы. Затем обучающиеся выступают с сообщениями на семинаре.

5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные членами комиссии);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая сжатости);
 - способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
 - оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме кандидатского экзамена

Оценка	Уровень подготовленности, характеризующийся оценкой
---------------	------------------------------------------------------------

<i>Отлично</i>	Исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твердое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы.
<i>Хорошо</i>	Достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам.
<i>Удовлетворительно</i>	Фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов.
<i>Неудовлетворительно</i>	Отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией.

5.2. Примеры вопросов для контроля самостоятельной работы:

1. Задачи на графах в процессах физико-математического моделирования (примеры задач: декомпозиция расчетных сеток, планирование конфликтующих вычислений и коммуникаций, упорядочение разреженных структур, балансировка вычислительных ресурсов на распределенных данных).
2. Задачи проектирования электронных систем (примеры задач: компоновка электронных схем, планирование шин земли и питания, размещение компонент электронных систем, трассировка цепей электронных систем).
3. Многоуровневый метод решения задачи (на примере алгоритма: k-разбиения графа, раскраски графа, сужения ширины графа, коммивояжера).
4. Многоуровневый технологии в процессах физико-математического моделирования (на примере алгоритма: планирования конфликтующих процессов, упорядочения разреженных структур, балансировки декомпозиции расчетной сетки, архитектурнозависимой декомпозиции сетки).

5. Многоуровневый технологии в процессах конструкторского проектирования электронных систем (на примере алгоритма: компоновки интегральных схем, планирования шин земли и питания, размещения компонент интегральных схем, трассировки цепей интегральных схем).

Примеры вопросов к кандидатскому экзамену

1. Формулировка проблем в процессах физико-математического моделирования на примере одной из задач (декомпозиция расчетных сеток, планирование конфликтующих вычислений и коммуникаций, упорядочение разреженных структур, балансировка вычислительных ресурсов на распределенных данных).
2. Формулировка проблем проектирования электронных систем на примере одной из задач (компоновка электронных схем, планирование шин земли и питания, размещение компонент электронных систем, трассировка цепей электронных систем).
3. Ключевые процедуры многоуровневого метода решения задачи на одном из примеров (k-разбиения графа, раскраски графа, сужения ширины графа, коммивояжера).
4. Многоуровневый технологии в процессах физико-математического моделирования на примере одного из алгоритмов (планирования конфликтующих процессов, упорядочения разреженных структур, балансировки декомпозиции расчетной сетки, архитектурно-зависимой декомпозиции сетки).
5. Многоуровневый технологии в процессах конструкторского проектирования электронных систем на примере одного из алгоритмов (компоновки интегральных схем, планирования шин земли и питания, размещения компонент интегральных схем, трассировки цепей интегральных схем).
6. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. Основная литература:**
 1. Старостин Н.В. Многоуровневый алгоритм решения задачи архитектурнозависимой декомпозиции: учебно-методическое пособие / Старостин Н. В.,
Быкова М. А. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. - 24 с.
(электронный каталог Фундаментальной библиотеки ННГУ им. Н.И. Лобачевского <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729728&idb=0>)
 2. Старостин Н.В. Многоуровневый алгоритм решения задачи архитектурнозависимой декомпозиции: учебно-методическое пособие / Н. В. Старостин, М. А. Быкова; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт

информационных технологий, математики и механики. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2017. - 24 с.

(электронный каталог Фундаментальной библиотеки ННГУ им. Н.И. Лобачевского <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823049&idb=0>)

3. Старостин Н.В. Модели и методы упорядочения разреженных матриц: учебнометодическое пособие / Н. В. Старостин; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт информационных технологий, математики и механики. - Нижний Новгород: Издво ННГУ, 2018. - 16 с. (электронный каталог Фундаментальной библиотеки ННГУ им. Н.И. Лобачевского <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=796254&idb=0>)

Дополнительная литература:

1. Батищев, Д.И. Популяционно-генетический подход к решению задач покрытия множества [Текст]: Учебное пособие / Д.И. Батищев, В.Е. Костюков, Н.В. Старостин, А.И. Смирнов. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2004. – 152 с. (электронный каталог Фундаментальной библиотеки ННГУ им. Н.И. Лобачевского <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=59513&idb=0>)
2. Батищев, Д.И. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации [Текст]: Учебное пособие / Д.И. Батищев, Е.А. Неймарк, Н.В. Старостин. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006. – 136 с. (электронный каталог Фундаментальной библиотеки ННГУ им. Н.И. Лобачевского <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=467605&idb=0>)

Основными источниками для самостоятельной работы обучающихся являются ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Сайт Научной электронной библиотеки: www.elibrary.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*;

- обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научнопедагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Автор д.т.н., профессор

Старостин Н.В.

Рецензент д.т.н., профессор

Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой профессор

Прилуцкий М.Х.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики.