

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ**  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор

\_\_\_\_\_ А.А. Волков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ПРОГРАММА**  
**кандидатского экзамена**  
**по научной специальности**

05.13.18	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
<i>Шифр</i>	<i>Название специальности</i>
09.06.01	Информатика и вычислительная техника
<i>Код</i>	<i>Направление подготовки</i>
Математическое моделирование численные методы и комплексы программ	
<i>Наименование основной профессиональной образовательной программы</i>	

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИФО-2 «Прикладная математика»

Протокол № 4 от 10 мая 2016 г.

Председатель экзаменационной  
комиссии

Осипов Ю.В.

*Фамилия И.О.*

Председатель методической  
комиссии

Широкова О.Л.

*Фамилия И.О.*

Разработчик программы:

профессор

*Должность*

Акимов П.А.

*Фамилия И.О.*

профессор

*Должность*

Белостоцкий А.М.

*Фамилия И.О.*

Москва 2016

## Оглавление

Введение.....	3
Раздел 1. Математические основы.....	3
Раздел 2. Информационные технологии.....	4
Раздел 3. Компьютерные технологии.....	5
Раздел 4. Методы математического моделирования.....	5
Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, осваиваемых на специальной дисциплине в рамках программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.....	6
Литература.....	8

## Введение

Настоящая программа разработана для сдачи кандидатских экзаменов по направлению подготовки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее - направление подготовки),

Программа соответствует научной специальности, предусмотренной номенклатурой научных специальностей, утверждаемой Министерством образования и науки Российской Федерации (далее соответственно - специальность).

Программа разработана на основе примерной программы (программы – минимума) кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» экспертного совета Высшей аттестационной комиссии Минобробразования России, а также сотрудниками НИУ МГСУ.

Кандидатский экзамен является формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Кандидатский экзамен должен соответствовать теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Программа ориентирована на выявление профессионального уровня соискателей специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по технической отрасли наук, степени их готовности к научной работе, широты диапазона аналитического и ассоциативного мышления.

Программа соответствует содержанию специальной дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.», реализуемой НИУ МГСУ по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника профилю «Математическое моделирование численные методы и комплексы программ»

Данная программа охватывает следующие основные разделы:

Раздел 1. Математические основы

Раздел 2. Информационные технологии

Раздел 3. Компьютерные технологии

Раздел 4. Методы математического моделирования

## **Раздел 1. Математические основы**

### ***Элементы теории функций и функционального анализа***

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства.
3. Пространства интегрируемых функций.
4. Пространства Соболева.
5. Линейные непрерывные функционалы.
6. Теорема Хана-Банаха.
7. Линейные операторы.
8. Элементы спектральной теории.
9. Дифференциальные и интегральные операторы.

### ***Экстремальные задачи. Выпуклый анализ***

1. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
2. Выпуклые задачи на минимум.
3. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. 3
4. адачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.
5. Задачи оптимального управления.
6. Принцип максимума.
7. Принцип динамического программирования.

### ***Теория вероятностей. Математическая статистика***

1. Аксиоматика теории вероятностей.
2. Вероятность, условная вероятность.
3. Независимость.
4. Случайные величины и векторы.
5. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
6. Элементы теории случайных процессов.
7. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
8. Элементы теории проверки статистических гипотез.
9. Элементы многомерного статистического анализа.
10. Основные понятия теории статистических решений.
11. Основы теории информации.

## **Раздел 2. Информационные технологии**

### ***Принятие решений***

1. Общая проблема решения.
2. Функция потерь.
3. Байесовский и минимаксный подходы.
4. Метод последовательного принятия решения.

## ***Исследование операций и задачи искусственного интеллекта***

1. Экспертизы и неформальные процедуры.
2. Автоматизация проектирования.
3. Искусственный интеллект.
4. Распознавание образов.

## **Раздел 3. Компьютерные технологии**

### ***Численные методы***

1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
2. Численное дифференцирование и интегрирование.
3. Численные методы поиска экстремума.
4. Вычислительные методы линейной алгебры.
5. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
6. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
7. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
8. Численные методы вейвлет-анализа.

### ***Вычислительный эксперимент***

1. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
2. Модель, алгоритм, программа.

### ***Алгоритмические языки***

1. Представление о языках программирования высокого уровня.
2. Пакеты прикладных программ.

## **Раздел 4. Методы математического моделирования**

### ***Основные принципы математического моделирования***

1. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
2. Универсальность математических моделей.
3. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
4. Вариационные принципы построения математических моделей

### ***Методы исследования математических моделей***

1. Устойчивость.
2. Проверка адекватности математических моделей.

### ***Математические модели в научных исследованиях***

1. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
2. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
3. Задачи редукции к идеальному прибору.
4. Синтез выходного сигнала идеального прибора.
5. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
6. Модели динамических систем.
7. Особые точки.
8. Бифуркации.
9. Динамический хаос.
10. Эргодичность и перемешивание.
11. Понятие о самоорганизации.
12. Диссипативные структуры.
13. Режимы с обострением.

**Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, осваиваемых на специальной дисциплине в рамках программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

- I. Построение основных физико-математических моделей в строительстве.
  1. Основные математические модели механики сплошной среды.
  2. Основные математические модели теплопроводности.
  3. Основные математические модели теории упругости, пластичности, вязкоупругости.
  4. Математическое моделирование, связанное с техническими теориями (балочные и плитные конструкции, теория оболочек, стержневых конструкций).
  5. Общие подходы к построению математических моделей сложных систем, связанных с расчетом конструкций (здания, фрагменты сооружений).
  6. Построение аппроксимационных математических моделей для задач сложной конфигурации.
  7. Алгоритмы формирования больших разрешающих систем дискретных уравнений (окончательные расчетные модели сложных сооружений).
  8. Суперэлементная техника для анализа и расчета сложных конструкций и ее численная реализация.
  9. Структурная автоматизация дискретизации конструкций и общий анализ разрешающих систем.
    1. Вычисление сумм, произведений, значений полиномов, рядов.
    2. Понятие ошибки округления и погрешности счета. Обусловленность счета.
    3. Понятие экономизации вычислений.
    4. Вычисление действительных и комплексных корней полиномов.
- II. Методы анализа.
  1. Понятие аппроксимации и интерполяции.
  2. Интерполяция (метод Лагранжа, метод Ньютона и т.д.).
  3. Интерполяция многочленами (схема Горнера).
  4. Аппроксимация сплайн-функциями и алгоритмы их вычисления.
  5. Вычисление специальных функций.
- III. Дифференцирование.

1. Метод разностей.
  2. Метод интерполяционных полиномов.
  3. Понятие об обусловленности процесса численного дифференцирования.
- IV. Интегрирование.
1. Основные подходы (метод прямоугольников, метод трапеций).
  2. Квадратурные формулы типа Гаусса.
  3. Вычисление интегралов от быстроизменяющихся и осциллирующих функций.
  4. Применение полиномов Чебышева.
- V. Методы линейной алгебры.
1. Основные действия с векторами и матрицами.
  2. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.
  3. Треугольное разложение матрицы (факторизация).
  4. Вычисление обратной матрицы и определителя.
  5. Решение симметричной системы методом квадратного корня.
  6. Методы простой итерации и Зейделя.
  7. Общий подход к итерационным методам. Метод эквивалентного оператора.
  8. Решение систем общего вида (метод наименьших квадратов).
  9. Вычисление псевдорешения произвольной системы уравнений и псевдообратной матрицы.
  10. Различные формы факторизации матриц.
  11. Функции от матриц и их вычисление и применение для решения систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
- VI. Проблема собственных чисел. 1. Степенной метод.
2. QR-алгоритм.
  3. QZ-алгоритм.
  4. Симметричный случай.
  5. Метод Ланцоша.
- VII. Метод конечных разностей и вариационно-разностный метод.
1. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
  2. Численное решение для систем дифференциальных уравнений.
  3. Численное решение краевых задач для уравнений в частных производных:
    - задача Пуассона,
    - бигармоническая задача (расчет пластины),
    - задача теории упругости.
  4. Вариационно-разностные методы (BPM):
    - общий подход,
    - решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка,
    - решение задачи Пуассона,
    - решение задачи теории упругости,
    - решение задачи изгиба плиты.
- VIII. Задачи начальными условиями (Задача Коши).
1. Методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Рунге-Кутты).
  2. Методы решения задачи теплопроводности: метод конечных разностей, шаговый метод (явные и неявные схемы), метод Фурье.
  3. Методы решения задачи динамики: метод конечных разностей, шаговый метод (явные и неявные схемы), метод Фурье.
- IX. Решение интегральных уравнений.
1. Сеточные методы.
  2. Решение сингулярных интегральных уравнений.

3. Методы регуляризации.
- X. Метод конечных элементов.
  1. Вариационные постановки задач.
  2. Понятие метода конечных элементов.
  3. Основные конечные элементы и их матрицы жесткости для задачи Пуассона.
  4. Основные конечные элементы и их матрицы жесткости для задачи теории упругости.
  5. Основные конечные элементы и их матрицы жесткости для расчета плиты.
  6. Составление общей матрицы жесткости для конструкции.
  7. Метод конечных элементов для задачи теплопроводности на примере брусковой конструкции.
- XI. Метод граничных интегральных уравнений (МГИУ).
  1. Общий подход.
  2. Решение задачи теории упругости.
  3. Решение задачи изгиба плиты.
  4. Граничный элемент и составление общей разрешающей системы уравнений.
- XIII. Основные характеристики программного комплекса «Лира».
  1. Программные возможности.
  2. Библиотека элементов и материалов.
  3. Виды учитываемых воздействий.
  4. Пре- и пост-процессорные средства.
- II. Основные характеристики программного комплекса «Cosmos».
  1. Программные возможности.
  2. Библиотека элементов и материалов.
  3. Виды учитываемых воздействий.
  4. Пре- и пост-процессорные средства.
- XIV. Интерактивная система для выполнения инженерных и научных расчетов «MatLab».
  1. Операционная среда.
  2. Управляющие команды.
  3. Программирование и отладка.

## Литература.

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
1.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Саталкина Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/22880">http://www.iprbookshop.ru/22880</a>	5



	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Карпов В.В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Карпов В.В., Панин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 176 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/19335">http://www.iprbookshop.ru/19335</a>	5
	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Строительная информатика/ П. А. Акимов [ и др.]. - Москва : АСВ, 2014. - 432 с.	88	5
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
1	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Информатика / А. Б. Золотов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Изд-во АСВ, 2013. - 400 с.	73	5
2.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 336 с.	305	5
3.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 357 с.	25	5
4.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 570 с.	20	5
5.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. Дискретно-континуальный метод конечных элементов. Приложения в строительстве. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 336 с.	500	5
6.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 191 с.	51	5
7.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 366 с.	10	5
8.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 495 с.	40	5

9.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	Карпиловский В.С. и др. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 590 с.	25	5
----	--	---	----	---