

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**  
**Ректор НИУ МГСУ**

\_\_\_\_\_ П.А. Акимов

М.П.

04

20 22

**Программа вступительного испытания для поступающих по  
программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в  
аспирантуре**

**1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ**

Москва, 2022

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1. Цели и задачи вступительного испытания**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ сформирована на основе программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, утвержденной НИУ МГСУ.

**Целью** вступительного испытания является определение уровня подготовки поступающих и оценки их способности для дальнейшего обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с установленными федеральными государственными требованиями к структуре программ аспирантуры, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

### **2. Требования к уровню подготовки поступающих**

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы, которыми должен владеть специалист или магистр для успешного освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Поступающий должен знать основные теоретические сведения в области данной научной специальности, знать практическое применение этих сведений, методы решения поставленных задач, владеть терминологией.

### **3. Контрольно-измерительные материалы**

Вступительное испытание для поступающих в НИУ МГСУ состоит из 4 заданий:

Задания 1 – 3 содержат теоретические вопросы по научной специальности.

Задание 4 определяет форму собеседования на тему «Современные тенденции развития научных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Актуальность выбранных исследований».

### **4. Форма проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится в устно-письменной форме с предварительной подготовкой к ответам и обязательной устной беседой с экзаменационной комиссией.

### **5. Продолжительность вступительного испытания**

На подготовку к ответам (устно-письменная часть испытания) поступающему предоставляется не более 45 минут. Беседа с комиссией составляет не более 15 минут (в порядке общей очереди).

### **6. Шкала оценивания**

Результат вступительного испытания оценивается по 100-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, устанавливается Правилами приема в аспирантуру НИУ МГСУ.

### **7. Критерии оценивания**

Оценивание вступительного испытания осуществляется посредством начисления баллов за каждое задание в билете.

Задания оцениваются строгим количеством баллов – максимально 25 баллов – по следующим критериям:

Критерий	Количество баллов
Получен полный ответ на поставленный вопрос в билете. Ответ последователен, логичен, продемонстрирована способность грамотно излагать материал и отвечать на дополнительные вопросы по заданной тематике	25
Получен ответ с погрешностями и недочетами, продемонстрировано хорошее усвоение основной части материала. Частично или не в полном объеме получены ответы на дополнительные вопросы по заданной тематике	15
Получен ответ с погрешностями и недочетами, продемонстрировано хорошее усвоение основной части материала. Ответы на дополнительные вопросы по заданной тематике не получены.	10
Получен неполный ответ, допущены весомые ошибки и погрешности.	5
Ответ не получен, отсутствует понимание заданного вопроса (задания), либо ответ не верен.	0

### **8. Язык проведения вступительного испытания**

Вступительное испытание проводится на русском языке.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И РАЗДЕЛОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ (ПЕРЕЧЕНЬ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ)**

### **РАЗДЕЛ 1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

Тема 1. Линейные, билинейные, квадратичные функционалы. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Тема 2. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.

Тема 3. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

Тема 4. Понятие обобщенных функций. Приложение методов теории обобщенных функций в задачах математического моделирования. Регуляризация сингулярных обобщенных функций в задачах математического моделирования. Функция Грина краевой задачи и методы ее построения.

Тема 5. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов.

Тема 6. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.

### **РАЗДЕЛ 2. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Тема 1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Сходимости. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры.

Тема 2. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция. Положения метода конечных разностей, метода конечных элементов, метода граничных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара.

Тема 3. Применение бессеточных методов для расчета строительных конструкций. Метод Ритца. Метод Бубнова-Галёркина. Приложения в теории сооружений.

Тема 4. Принципы и этапы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Тема 5. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

### **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Тема 1. Понятие моделирования, математического моделирования, математической модели. Элементарные математические модели в механике, теплофизике, гидродинамике, аэродинамике. Универсальность математических моделей. Подходы к построению математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Понятие закона состояния. Вариационные принципы построения математических моделей. Постановки начально-краевых задач. Операторные постановки краевых задач.

Тема 2. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Точность и сходимости решений.

Тема 3. Численные методы и алгоритмы решения вычислительных задач большой размерности. Численно-аналитические методы для расчета строительных конструкций, зданий и сооружений. Учет геометрической, физической и других нелинейностей при математическом моделировании. Учет конструктивных и технологических особенностей сооружений.

Тема 4. Программно-алгоритмические комплексы для математического моделирования поведения строительных конструкций, зданий и сооружений. Общие характеристики промышленных программных комплексов компьютерного моделирования инженерных объектов.

Тема 5. Современные тенденции развития математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Основная литература**

1. Вычислительная аэродинамика в задачах строительства Белостоцкий А.М., Акимов П.А., Афанасьева И.Н. - М. : Издательство АСВ, 2017
2. Информатика в строительстве (с основами математического и компьютерного моделирования) П. А. Акимов [ и др.]. - Москва : КНОРУС, 2017. - 419 с.
3. Информатика и прикладная математика П.А. Акимов [ и др.] . - Москва : АСВ, 2016. - 588 с.
4. Математическое и компьютерное моделирование в основе мониторинга зданий и сооружений / М. Белостоцкий, П. А. Акимов, Т. Б. Кайтуков. - Москва : АСВ, 2018. - 712 с.
5. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для академического бакалавриата Лобанов А. И., Петров И. Б. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с.
6. Математическое моделирование технических систем В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2018. — 592 с.
7. Моделирование систем управления с применением Matlab А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 256 с.

### **Дополнительная литература**

8. Математическое моделирование в строительстве Сидоров В.Н., Ахметов В.К., АСВ, 2007. – 336 с.
9. Математическое моделирование Самарский А.А., Михайлов А.П. М., Физматлит, 2005. – 320 с.
10. Математические методы в строительной механике (с основами теории обобщенных функций). Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л., М., АСВ, 2008. – 336 с.
11. Многоуровневые дискретные и дискретно-континуальные вариационно-разностные методы. Приложения в строительстве. Золотов А.Б., Акимов П.А., Мозгалева М.Л., М., АСВ, 2013. – 418 с.
12. Дискретные и дискретно-континуальные реализации метода граничных интегральных уравнений. Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л., М., ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2011. – 336 с.

13. Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций. Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л., М., АСВ, 2009. – 336 с.
14. Дискретно-континуальные методы расчета сооружений. Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л., М., Архитектура – С, 2010. – 336 с.
15. Дискретно-континуальный метод конечных элементов. Приложения в строительстве. Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л., М., АСВ, 2010. – 336 с.
16. Практические методы расчета строительных конструкций. Численно-аналитические методы. Золотов А.Б., Акимов П.А., М., АСВ, 2006. – 208 с.
17. Некоторые аналитико-численные методы решения краевых задач строительной механики. Золотов А.Б., Акимов П.А., М., АСВ, 2004. – 200 с.
18. Механика сплошной среды Л.И.Седов, т. 1, 2. – М.: Наука, 1976.
19. Численные методы анализа и метод конечных элементов Бате К., Вилсон Е., М., Стройиздат, 2005
20. Численные методы. Решения задач и упражнения. Бахвалов Н.С., Корнев А.А., Чижонков Е.В., М., Дрофа, 2009. – 393 с.
21. Введение в теорию матриц. Беллман Р. М., Наука, 1969. – 368 с.
22. Уравнения математической физики. Владимиров В.С. М., Наука, 1967. – 436 с.
23. Теория матриц. Гантмахер Ф.Р., М., Физматлит, 2004. – 560 с.
24. 25. Лекции по линейной алгебре. Гельфанд И.М., М.: Добросвет, 2009. – 320 с.
25. Матричные вычисления. Голуб Дж., Ван Лоун Ч., М., Мир, 1999. – 548 с.
26. Основы вычислительной математики. Демидович Б.П., Марон И.А., СПб., Лань, 2007.– 664 с.
27. Метод конечных элементов в технике. Зенкевич О., М., Мир, 1975. – 511 с.
28. Линейная алгебра. Ильин В.А., Позняк Э.Г., М., ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 280 с.
29. Строительная механика. Ржаницын А.Р., М., Высшая школа, 1982.
30. Расчет стержневых систем на устойчивость и колебания. Гайджуrow П.П., Новочеркасск, ЮРГТУ, 2009.
31. Динамика сооружений. Клаф Р., Пензиен Дж., М., 2009.
32. Метод конечных элементов в применении к упругим системам. Розин Л.А. М., Стройиздат, 1977.

33. Метод конечных элементов в задачах устойчивости и колебаний стержневых конструкций. Примеры расчётов в Mathcad и MATLAB Сидоров В.Н., Бадына Е.С., Издательство АСВ, М., 2021.
34. Вариационные принципы строительной механики и основные теоремы об упругих системах. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., М., МИСИ, 1980.
35. Численные методы в теории упругости и пластичности. Победря Б.Е., М., Издательство МГУ, 1995.
36. Элементы теории функций и функционального анализа. Колмогоров А.Н., Фомин С.В., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 572 с.
37. Теория матриц. Ланкастер П., М.: Наука, 1978. – 280 с.
38. Практические методы прикладного анализа. Ланцош К., М., Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры. 1961., 524 с.
39. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред Оден Дж., М.: 2006
40. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-ое издание. Самарский А.А., Михайлов А.П., М., Физматлит. – 2001. – 320 с.
41. Строительная механика. Вариационные основы. Сливкер В.И., Издательство АСВ, 2005., 736 с.
42. Математический анализ. Второй специальный курс. Шилов Г.Е., М., Наука, 1965. – 327 с.
43. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. Эльсгольц Л.Э., М., Ком-Книга, 2006. – 208 с.
44. ANSYS для конструкторов Басов К.– М.: ДМК Пресс, 2016. – 247 с.
45. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME. Воскобойников Ю.Е., Задорожный А.Ф., С-Пб.: Лань, 2016.

### Интернет-ресурсы

<http://www.rsl.ru/>

Российская государственная библиотека

<http://www.gpntb.ru/>

Государственная публичная научно-техническая библиотека России

<http://www.scopus.com/>

SciVerse Scopus

<http://www.scimagojr.com/>

SCImago Journal & Country Rank

<http://isiwebofknowledge.com/>

Thomson Reuters / Web of Knowledge

<http://webofknowledge.com/>

<http://thomsonreuters.com/>

Thomson Reuters / Web of Science



<a href="http://www.highlycited.com/">http://www.highlycited.com/</a>	Thomson Reuters / Highly Cited Research
<a href="http://www.loc.gov/">http://www.loc.gov/</a>	Библиотека конгресса Соединенных Штатов Америки (США)
<a href="http://www.eb.com/">http://www.eb.com/</a>	Британская энциклопедия: электронная версия
<a href="http://www.acm.org/dl/">http://www.acm.org/dl/</a>	Электронная библиотека ACM (Association for Computing Machinery)
<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека
<a href="http://lib.mgsu.ru/">http://lib.mgsu.ru/</a>	Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО "МГСУ"
<a href="http://www.gost.ru/">http://www.gost.ru/</a>	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
<a href="http://www.ansi.org/">http://www.ansi.org/</a>	ANSI (American National Standards Institute)
<a href="http://www.iso.org/">http://www.iso.org/</a>	ISO (International Organization for Standardization)
<a href="http://www.extech.ru/">http://www.extech.ru/</a>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы" (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)
<a href="http://www.rfbr.ru/">http://www.rfbr.ru/</a>	Российский фонд фундаментальных исследований
<a href="http://www.shareware.com/">http://www.shareware.com/</a>	Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения