

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной работе  
и правовым вопросам

/В.Ф. Лапшин

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И  
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

## Разработчик программы

| Фамилия, имя, отчество    | Ученая степень | Ученое звание | Должность                                      | Подпись                                                                             |
|---------------------------|----------------|---------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Пятков Сергей Григорьевич | д.ф.-м.н.      | профессор     | профессор инженерной школы цифровых технологий |  |

## Согласовано:

Руководитель учебного структурного подразделения

Руководитель программы аспирантуры

Начальник отдела координации научной деятельности

 /Самарина О.В.

 /Самарина О.В.

 /Хопияйнен О.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.
2. Порядок допуска к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
3. Процедура проведения кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
4. Содержание кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
5. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах.
6. Критерии оценивания при проведении кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
7. Список рекомендуемой литературы.
8. Рекомендуемые интернет-ресурсы.

## **1. Пояснительная записка**

Программа кандидатского экзамена разработана в соответствии с федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утв. постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122, Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечнем, утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 28.03.2014 № 247, Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 24.02.2021 № 118, Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиями их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20.10.2021 № 951, с изменениями и дополнениями от: 6 мая, 3 ноября 2022 г., 7 февраля 2023 г., 3 июня 2025 г., паспортом научной специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», отрасли наук - физико-математические науки, технические науки.

## **2. Порядок допуска к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Обучающийся допускается к сдаче кандидатского экзамена в случае успешного прохождения промежуточной дисциплины по предмету в виде зачета.

## **3. Процедура проведения кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Цели кандидатского экзамена: установление уровня подготовки выпускника аспирантуры, его готовности к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки Федеральным государственным требованиям к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиями их реализации, сроками освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20.10.2021 № 951, с изменениями и дополнениями от: 6 мая, 3 ноября 2022 г., 7 февраля 2023 г., 3 июня 2025 г., паспорту научной специальности 1.2.2 - Математическое моделирование численные методы и комплексы программ, физико-математические науки, технические науки.

При этом достигаются следующие задачи:

- оценка освоения программы подготовки выпускником аспирантуры по научной специальности;
- оценка результатов изучения специальности;
- оценка готовности выпускника к видам профессиональной деятельности.

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к кандидатскому экзамену, аспирант ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене аспирант демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по программе подготовки.

В период подготовки к кандидатскому экзамену аспиранты обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют знания. Подготовка аспиранта к кандидатскому экзамену включает в себя три этапа: самостоятельная работа в течение всего периода обучения; непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам разделам дисциплины, выносимым на аттестацию, освоение материала предмета на практических занятиях под руководством научного руководителя. При подготовке к экзамену

целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, основную и дополнительную литературу.

Особо следует обратить внимание на умение использовать программу экзамена. Она включает в себя 4 основных раздела: математические основы, информационные технологии, компьютерные технологии, методы математического моделирования.

Формулировка вопросов экзаменационного билета совпадает с формулировкой перечня рекомендованных для подготовки вопросов, кандидатского экзамена, доведенного до сведения аспирантов накануне экзамена.

Важно, чтобы аспирант грамотно распределил время, отведенное для подготовки к экзамену. В этой связи целесообразно составить календарный план подготовки к экзамену, в котором в определенной последовательности отражается изучение или повторение всех экзаменационных вопросов. Подготовку к экзамену аспирант должен вести ритмично и систематично.

Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы экзаменационного билета. Подготовка к экзамену осуществляется в течение 1 часа. При подготовке к экзамену возможно использование справочников и учебников в печатной или электронной форме.

За отведенное для подготовки время аспирант должен сформулировать четкий ответ по каждому вопросу билета. Во время подготовки рекомендуется не записывать на лист ответа все содержание ответа, а составить развернутый план, которому необходимо следовать во время сдачи экзамена.

К выступлению выпускника на экзамене предъявляются следующие требования:

- ответ должен строго соответствовать объему вопросов билета.
- ответ должен полностью исчерпывать содержание вопросов билета;

В процессе экзаменационного ответа преподавателем оценивается не только знание того или иного вопроса, но и ряд других, не лежащих на поверхности факторов к числу которых, в первую очередь, относится математическая культура, профессиональное терминология, культура речи аспиранта. Во время ответа на поставленные вопросы надо быть готовым к дополнительным или уточняющим вопросам. Дополнительные вопросы задаются членами государственной комиссии в рамках билета и связаны, как правило, с неполным ответом. Итоговая оценка знаний предполагает дифференцированный подход к аспиранту, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных теоретических положений, понятий и категорий. Оценивается так же культура речи, грамотное комментирование, приведение примеров, умение связывать теорию с практикой, творчески применять знания к неординарным ситуациям, излагать материал доказательно, подкреплять теоретические положения знанием нормативных актов, полемизировать там, где это необходимо.

#### **4. Содержание кандидатского экзамена по дисциплине**

##### **«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Темы, которые должны быть изучены аспирантом, прикрепленным для сдачи кандидатского экзамена:

1. Математические основы
2. Вычислительные методы и компьютерные технологии
3. Методы математического моделирования

## 5. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах.

### Математические основы

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.
3. Пространства Соболева.
4. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха.
5. Линейные операторы. Элементы спектральной теории.
6. Дифференциальные и интегральные операторы.
7. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум
8. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
9. Основы вариационного исчисления.
10. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.
11. Принцип динамического программирования.
12. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность.
13. Независимость. Случайные величины и векторы.
14. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
15. Элементы теории случайных процессов.
16. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
17. Элементы теории проверки статистических гипотез.
18. Элементы многомерного статистического анализа.
19. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

### Вычислительные методы и компьютерные технологии

20. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
21. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
22. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.
23. Численные методы поиска экстремума.
24. Вычислительные методы линейной алгебры.
25. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
26. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
27. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
28. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

### Методы математического моделирования

29. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
30. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей
31. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
32. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

33. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

34. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации.

35. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

**6. Критерии оценивания при проведении кандидатского экзамена по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

| <b>Результат оценки экзамена</b> | <b>Критерии оценки экзамена</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»                        | имеет хорошие знания по программе, умеет использовать эти знания при решении задач<br>заслуживает аспирант, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой<br>выставляется аспирантам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала |
| «хорошо»                         | знает основные определения, показывает хорошие знания содержания программы<br>заслуживает аспирант, обнаруживший полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе<br>выставляется аспирантам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности                                                                                  |
| «удовлетворительно»              | имеются частичные знания по основным понятиям программы<br>заслуживает аспирант, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой<br>выставляется аспирантам, допустившим погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий                                                                             |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «неудовлетворительно» | не имеет представления о тематике, не знает основных определений, не имеет понятия о содержании программы<br>выставляется аспиранту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий<br>ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании аспирантуры без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 7. Список рекомендуемой литературы.

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – 316 с. Москва Физмат-лит 2005;
2. Ашихмин В.Н. и др. Введение в математическое моделирование. - 439 с. Москва Логос: Университетская 2007;
3. О. А. Олейник. Лекции об уравнениях с частными производными. Москва БИНОМ. Лаб. знаний, 2005;
4. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров Москва МЭИ 2003;
5. К. Э. Плохотников Математическое моделирование и вычислительный эксперимент Москва УРСС 2003;
6. Г. Е. Иванец, О. А. Ивина Математическое моделирование. Кемерово КемГУ 2013;
7. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. – 191с. Санкт-Петербург. Лань. 2016;
8. Н. Н. Данилов Математическое моделирование Кемерово КемГУ 2014.

#### 8. Рекомендуемые интернет-ресурсы.

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>;
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>;
3. ЭБС «Znaniium» <http://znaniium.com>;
4. Образовательная платформа Юрайт <https://urait.ru>;
5. ЭБС IPR SMART <http://www.iprbookshop.ru>;
6. ЭБС «Рукоонт» <https://lib.rucont.ru>;
7. Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru>;
8. База данных «Ивис» <https://dlib.eastview.com>;
9. СПС КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>;
10. СПС Гарант <https://www.garant.ru/>;
11. Профессиональная справочная система «Техэксперт» <http://109.248.222.63:8004/docs>