

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**  
по научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ

Ставрополь, 2024

## **Введение**

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ разработана для аспирантов и соискателей.

Изучение дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и последующая сдача экзамена являются обязательными для каждого соискателя ученой степени кандидата наук, позволяя соблюсти единый минимум требований к уровню знаний в области информационной безопасности.

Аспирант подтверждает степень освоения подготовкой и защитой реферата. Без сдачи рефератов аспирант (соискатель) не допускается к кандидатскому экзамену.

### **Порядок сдачи кандидатского экзамена**

Порядок организации приема кандидатских экзаменов определяется соответствующими нормативными документами и предусматривает обязательное написание реферата по соответствующей научной специальности.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных и научных знаний аспиранта или соискателя ученой степени.

В экзаменационный билет включаются 3 вопроса.

Для подготовки по билету отводится 45 минут. При подготовке к ответу аспиранту или соискателю предоставляется право пользования программой кандидатского экзамена.

### **Подготовка реферата по научной специальности**

Отдельным этапом является подготовка аспирантом или соискателем реферата по научной специальности. Аспирант на базе самостоятельного изучения материала готовит реферат по научной специальности, соответствующей направлению его научного исследования. Проверку подготовленного реферата проводит научный руководитель. При наличии

оценки «зачтено» по реферату аспирант или соискатель допускается к сдаче кандидатского экзамена.

### **Критерии оценивания**

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой.

### **СОДЕРЖАНИЕ КУРСА**

#### **Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену**

Понятия математической модели и математического моделирования. Математические модели в прикладных областях. Принципы и этапы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Свойства математических моделей. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели информационно-

телекоммуникационных систем. Экономико-математические модели. Математические модели рынка ценных бумаг. Модели динамических систем. Случайные потоки событий. Модели теории массового обслуживания. Линейное программирование. Динамическое программирование.

Интерполяция. Численное интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Методы численного решения нелинейных уравнений и систем. Принципы проведения вычислительного эксперимента и методы обработки его результатов. Методы имитационного моделирования. Компьютерные математические пакеты имитационного моделирования. Пакет прикладных программ для моделирования систем Matlab. Пакет прикладных программ для моделирования систем Mathematica. Пакет прикладных программ для моделирования систем Mathcad. Пакет прикладных программ для моделирования систем Maple.

Прикладное программное обеспечение. Формы представления и архитектура комплексов прикладных программ. Структурное проектирование программ. Основные характеристики массивов информации. Способы представления, механизмы и модели порождения данных, основные этапы анализа данных. Базы данных и их реализация. Сравнительный анализ языков программирования высокого уровня. Объектно-ориентированное программирование. Операционные системы. Взаимодействие процессов, многозадачность, алгоритмы синхронизации. Параллельные вычисления. Процесс разработки программного обеспечения. Архитектура программных систем. Паттерны проектирования.

Случайные потоки однородных событий. Пуассоновские и рекуррентные потоки. Специальные (коррелированные, дважды стохастические) потоки: MMPP, MAP, VMAP. Полумарковские процессы и потоки событий. Марковские системы массового обслуживания. Граф состояний системы. Методы расчета финальных вероятностей СМО по графу переходов. Системы с повторными вызовами. Системы и сети обслуживания с неограниченным

числом приборов. Многофазные системы массового обслуживания и сети. Ресурсные системы массового обслуживания. Применение моделей массового обслуживания для задач передачи информации. Применение моделей массового обслуживания для задач разделения процессора.

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость случайных величин. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Линейные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальные системы решений. Метод вариации постоянных. Дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами. Общие и частные решения. Устойчивость по Ляпунову. Функция Ляпунова. Асимптотическая устойчивость. Элементы вариационного исчисления. Лагранжиан и уравнения Эйлера-Лагранжа. Принцип максимума Понтрягина. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений. Характеристики уравнений в частных производных. Классификация уравнений в частных производных. Метод разделения переменных. Уравнение Лапласа и эллиптические уравнения. Гармонические функции, принцип максимума. Фундаментальное решение. Уравнение теплопроводности и параболические уравнения. Фундаментальное решение. Задача Коши. Принцип максимума и теорема единственности. Волновое уравнение и гиперболические уравнения. Фундаментальное решение. Задача Коши.

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

1. Saad Y. Iterative methods for sparse linear systems. 2nd Edition. SIAM, 2003.

2. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Введение в UML от создателей языка.-М.: ДМК Пресс. 2015.-496 с.

3. Василевский Ю., Капырин И. Практикум по современным вычислительным технологиям и основам математического моделирования. - М.: Макс-ПРЕСС. 2009. -60 с.

4. Гагарина Л. Г., Кокорева Е. В., Виснадул Б. Д. Технология разработки программного обеспечения: учеб, пособие / под ред. Л. Г. Гагариной. - М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М. 2016.-400 с

5. Гагарина Л. Г., Федоров А. Р., Федоров П. А. Введение в архитектуру программного обеспечения: Учебное пособие. - М.: ИД ФОРУМ. НИЦ ИНФРА-М. 2016.-320 с.

6. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. - СПб.: Питер. 2020.-448 с.

7. Горлач Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учеб, пособие для вузов / Б. А. Горлач. В. Г. Шахов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань. 2022. - 292 с. - URL: <https://e-lanbook.com/book/200447> (дата обращения: 12.04.2022).

8. Демидович Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб, пособие / Б. П. Демидович. И. А. Марон. 9. 3. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. -400 с.

9. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения. М.: Мир. 2001.-430 с.

10. Калиткин Н. Н. Численные методы: [учеб, пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений] / Н. Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. - 586 с.

Ц.Колдасв В. Д. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебное пособие / В. Д. Колдаев. - М.: РИОР [и др.], 2014. - 295 с.

12. Панюков А. В. Математическое моделирование экономических

процессов: [учебное пособие для студентов экономических и математических специальностей, преподавателей вузов] / А.В. Панюков. - М.: Ленанд. 2015. - 191 с.

13. Прохоров С. А. Численные методы, алгоритмы и комплексы программ для проведения вычислительного и натурального экспериментов: учеб. пособие. - [Текст: электронный] / С. А. Прохоров. И. М. Куликовских. - Самара: Инсома-пресс, 2019. - 1 файл (6.19 Мб).

14. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: монография / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2005. - 320 с. - URL: <https://eJanbook.com/book/59285> (дата обращения: 14.05.2021).

15. Тыртышников Е. Е. Методы численного анализа. М.: Академия. 2007. - 320 с.

16. Башарин Г. П. Лекции по математической теории телетрафика: Учеб. пособие. М.: РУДН.. 2009. - 342 с.

17. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. Изд. 3-е. испр. и доп. -М.: КомКнига. 2005.

18. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория массового обслуживания: Учебное пособие. - Томск: Изд-во НТЛ. 2004. - 288 с.

19. Степанов С. Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения Телеком 2015. - 337 с.

20. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. - М.: Машиностроение, 1979.-432 с.

21. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.. Наука, 1968.

22. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. - М., Наука, 1988. - 436 с.

23. Понтрягин Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М., Физматгиз. 1961.-331 с.

24. Петровский П. И. Лекции об уравнениях с частыми производными.

М.. Физматгиз, 1961. - 400 с.

25. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972.-736 с.

### **Дополнительная литература**

1. Акимов П. А. Информатика и прикладная математика. - М.: АСВ. 2016. - 588 с.

2. Ануфриев И. Е. MATLAB 7 / И. Ануфриев. А. Смирнов. Е. Смирнова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 1104 с. - URL:

<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000445594/000445594.pdf>

3. Белостоцкий М.. Акимов П. А., Кайтуков Т. Б. Математическое и компьютерное моделирование в основе мониторинга зданий и сооружений. - М.: АСВ. 2018.-712 с.

4. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методологии / Е. С. Вентцель. - М.: Наука. Физматлит, 1980. - 206 с.

5. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: учебник для студентов вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов «Прикладная математика» / В. М. Вержбицкий. - М.: Высшая школа. 2009. - 847 с.

6. Воскобойников Ю. Е. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME / Воскобойников Ю. Е.. Задорожный А. Ф. - СПб.: Лань, 2021. - 224 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/169249>

7. Грекова Т.П. Численные методы: вычисление интегралов, нелинейные уравнения, вычисление собственных чисел и собственных векторов матриц, системы линейных алгебраических уравнений: учеб, пособие / Т. И. Грекова; Том. гос. ун-т. ФИМК. - Томск: ТГУ. 2009. - 122 с.

8. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. - М.: Вильямс, 2013. - 736 с.

9. Лафоре Р. Объектно-ориентированное программирование в C++. Классика Computer Science. - 4-е изд. - СПб.: Питер. 2008. - 928 с.

10. Лобанов А. И., Петров И. Б. Математическое моделирование

нелинейных процессов: учебник для академического бакалавриата - М.: Юрайт. 2018. - 255 с.

11. Назаров А. А., Моисеева С. П. Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания / А. А. Назаров, С. П. Моисеева. - Томск: Изд-во НТЛ. 2006.- 109 с.

12. Назаров А. А., Терпугов А. Ф. Теория вероятностей и случайных процессов: учеб, пособие [Электронный ресурс] / А. А. Назаров, А. Ф. Герпутов; Том. гос. ун-т. - Томск: НТЛ, 2010. - 199 с. - URL:

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000398228>

13. Павловская Т. А. С#. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов. - СПб.: Питер. 2014. - 432 с.

14. Плис А. И. МATHCAD 2000: Математический практикум для экономистов и инженеров / А. И. Плис, Н. А. Сливина. - М.: Финансы и статистика. 2002. - 655 с.

15. Смагин В. И. Численные методы. Аппроксимация, дифференцирование и интегрирование: учеб, пособие / В. И. Смагин, Г. Н. Решетникова; ТГУ. ФПМК. - Томск: Изд. Том. ун-та, 2008. - 181 с.

16. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем. - Минск: Новое знание: М.: ИНФРА-М. 2018. - 592 с.

17. Тимохин А. Н., Румянцев Ю. Д. Моделирование систем: под ред. А. Н. Тимохина. - М.: ИНФРА-М. 2017. - 256 с.

18. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. - М.: Наука. 1979. - 285 с.

19. Фаулер М. UML. Основы (3-е издание). - М.: Символ-плюс. 2019. - 192 с.

20. Фленов М. Е. Библия С#. - 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 560 с.

21. Чуликов А. И. Математические методы нелинейной динамики / А. И. Чуликов. - М.: Физматлит. 2000. - 294 с.

22. Язык C# и платформа. NET Framework [Электронный ресурс] / автор курса Александр Ерохин. 2016. - URL:

23. [https://professorweb.ru/my/csharp/charp\\_theory/level7/7\\_6.php](https://professorweb.ru/my/csharp/charp_theory/level7/7_6.php)

### **Интернет-ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE». - URL: <http://www.biblioclub.ru>

2. Электронная библиотечная система издательства «Лань». - URL: <http://www.e.lanbook.com>

3. Электронная библиотечная система «Юрайт». - URL: <http://www.biblioonline.ru>

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU. - URL: <http://www.elibrary.ru>

5. Общероссийский портал Math-Net.Ru — это современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным ученым различные возможности в поиске научной информации по математике, физике, информационным технологиям и смежным наукам. - URL: <https://www.matlinet.ru/>

6. Международная издательская компания, специализирующаяся на издании академических журналов и книг по естественно-научным направлениям. - URL: <https://link.springer.com/>

7. Теория случайных процессов Электронный ресурс : учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] Назаров \. \.. Терпугов А. Ф., Цой Г V Том. гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования. - URL: <http://vital.lih.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000243745>

8. Теория случайных процессов Электронный ресурс : учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / Назаров А. А., Терпугов А. Ф., Цой С. А. ; Том. гос. ун-т. Ин-т дистанционного образования Томск : ИДО ТГУ . 2007. - URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000243884>

9. Степанов. В.И. Экономико-математическое моделирование: учебное

пособие [Электронный ресурс] /В. И. Степанов. А. Ф. Терпугов. - М.: Академия, 2009. - 111 с. - URL:

[http://vital.lib.tsu.ru/vital/access\\_manager/Repository\\_vtls:0003\\_69174](http://vital.lib.tsu.ru/vital/access_manager/Repository_vtls:0003_69174)

10. Научная библиотека ТГУ. - URL: <http://www.lib.tsu.ru/>

11. Электронная библиотека диссертаций РГБ. - URL: <http://www.diss.rsl.ru/>

12. Научная электронная библиотека. - URL: <http://elibrary.ru/>