

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

_____ Е.В. Луков

« 6 » марта 2023г.

ПРОГРАММА

**кандидатского экзамена по научной специальности
«1.2.2. Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ»**

Томск – 2023

Программа кандидатского экзамена по научной специальности «1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» рассмотрена и рекомендована к утверждению ученым советом института прикладной математики и компьютерных наук

протокол № 1 от 15.03.2023г

Авторы-разработчики:

1. *Моисеева Светлана Петровна, д.ф.-м.н., проф., профессор кафедры ТВиМС;*
2. *Назаров Анатолий Андреевич, д.т.н., проф., профессор кафедры ТВиМС;*
3. *Моисеев Александр Николаевич, д.ф.-м.н., доц., зав. кафедрой ПриИнж;*
4. *Пауль Светлана Владимировна, д.ф.-м.н., доцент кафедры ТВиМС;*
5. *Вавилов Вячеслав Анатольевич, к.ф.-м.н., доц., доцент кафедры ПриИнж.*

Согласовано:

Руководитель ОП



Моисеева Светлана Петровна

Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности «1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и по соответствующей отрасли науки (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности «1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России

<https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJIoUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме письменного экзамена по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы.
2. Дополнительные вопросы.
3. Реферат.

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

- «отлично» – 5 баллов;
- «хорошо» – 4 балла;
- «удовлетворительно» – 3 балла;
- «неудовлетворительно» – 1–2 балла.

При оценивании ответов на каждый из вопросов экзаменационного билета учитываются следующие критерии:

Ответ на вопрос исчерпывающий, продемонстрировано понимание и знание сути вопроса в полном объеме. Замечаний нет.	5 баллов
Ответ на вопрос неполный, но раскрывающий основную суть вопроса, продемонстрировано понимание и знание вопроса в достаточном объеме. Замечания незначительные.	4 балла
Ответ неполный с существенными замечаниями, знания по вопросу фрагментарные и частичные, в том числе и по тематике диссертационного исследования.	3 балла
Ответ на вопрос отсутствует или дан неправильный	1–2 балла

Итоговая оценка за кандидатский экзамен выставляется решением экзаменационной комиссии:

«отлично» – при наличии не менее 80% 5-балльных ответов и отсутствии 3-2-1-балльных ответов;

«хорошо» – при наличии не менее 80% 4-балльных ответов и отсутствии 2-1-балльных ответов;

«удовлетворительно» – при наличии более 20% 3-балльных ответов и отсутствии 2–1-балльных ответов;

«неудовлетворительно» – при наличии 1-2 балльного ответа (или отказа отвечать на вопрос).

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена

Раздел 1. Основные вопросы

Тема 1. Математическое моделирование

1.1. Понятия математической модели и математического моделирования. Математические модели в прикладных областях.

1.2. Принципы и этапы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей.

1.3. Свойства математических моделей. Проверка адекватности математических моделей.

1.4. Математические модели информационно-телекоммуникационных систем.

1.5. Экономико-математические модели.

1.6. Математические модели рынка ценных бумаг.

1.7. Модели динамических систем.

1.8. Случайные потоки событий.

1.9. Модели теории массового обслуживания.

1.10. Линейное программирование.

1.11. Динамическое программирование.

Тема 2. Численные методы

- 2.1 Интерполяция.
- 2.2 Численное дифференцирование
- 2.3 Численное интегрирование.
- 2.4 Численные методы поиска экстремума.
- 2.5 Вычислительные методы линейной алгебры.
- 2.6 Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
- 2.7 Методы численного решения нелинейных уравнений и систем.
- 2.8 Принципы проведения вычислительного эксперимента и методы обработки его результатов.
- 2.9 Методы имитационного моделирования.
- 2.10 Компьютерные математические пакеты имитационного моделирования.
- 2.11 Пакет прикладных программ для моделирования систем Matlab.
- 2.12 Пакет прикладных программ для моделирования систем Mathematica.
- 2.13 Пакет прикладных программ для моделирования систем Mathcad.
- 2.14 Пакет прикладных программ для моделирования систем Maple.

Тема 3. Комплексы программ

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

Рекомендуемая литература

Список основной литературы:

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, Э. З. 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.

11. Колдаев 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://e.lanbook.com/book/59285> (дата обращения: 14.05.2021).

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

Список дополнительной литературы:

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. И. 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, ФПМК. – 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. Терпугов; 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. C#. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2014. – 432 с.
14. Плис А. И. MATHCAD 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 C#. – 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: https://professorweb.ru/my/csharp/charp_theory/level7/7_6.php

Список электронных ресурсов:

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.mathnet.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 А. А., Терпугов А. Ф., Цой С. А. ; Том. гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования. – URL: <http://vital.lib.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:000369174>
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/>

Раздел 2. Дополнительные вопросы

Тема 1. Модели массового обслуживания и их приложения

1. Случайные потоки однородных событий. Пуассоновские и рекуррентные потоки.
2. Специальные (коррелированные, дважды стохастические) потоки: ММРР, МАР, ВМАР.
3. Полумарковские процессы и потоки событий.
4. Марковские системы массового обслуживания. Граф состояний системы. Методы расчета финальных вероятностей СМО по графу переходов.
5. Системы с повторными вызовами.
6. Системы и сети обслуживания с неограниченным числом приборов.
7. Многофазные системы массового обслуживания и сети
8. Ресурсные системы массового обслуживания.
9. Применение моделей массового обслуживания для задач передачи информации.
10. Применение моделей массового обслуживания для задач разделения процессора.

Тема 2. Теория вероятностей. Математическая статистика

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

Тема 3. Дифференциальные уравнения

1. Линейные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальные системы решений. Метод вариации постоянных.
2. Дифференциальные уравнения и системы с постоянными коэффициентами. Общие и частные решения.
3. Устойчивость по Ляпунову. Функция Ляпунова. Асимптотическая устойчивость.
4. Элементы вариационного исчисления. Лагранжиан и уравнения Эйлера-Лагранжа.
5. Принцип максимума Понтрягина.
6. Теоремы Фредгольма для интегральных уравнений.

7. Характеристики уравнений в частных производных. Классификация уравнений в частных производных. Метод разделения переменных.

8. Уравнение Лапласа И эллиптические уравнения. Гармонические функции. принцип максимума. Фундаментальное решение.

9. Уравнение теплопроводности и параболические уравнения. Фундаментальное решение. Задача Коши. Принцип максимума и теорема единственности.

10. Волновое уравнение и гиперболические уравнения. Фундаментальное решение. Задача Коши.

Рекомендуемая литература.

1. Башарин Г. П. Лекции по математической теории телетрафика: Учеб. пособие. М.: РУДН, 2009. – 342 с.

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

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

4. Степанов С. Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения Телеком 2015. – 337 с.

5. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

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

7. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. – М., Наука, 1988. – 436 с.

8. Понтрягин Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М., Физматгиз, 1961. – 331 с.

9. Петровский И. Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М., Физматгиз, 1961. – 400 с.

10. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1972. – 736 с.

Раздел 3. Реферат

Для сдачи кандидатского экзамена аспирант должен предварительно представить реферат по теме диссертационного исследования с обзором современных исследований по теме диссертации не менее 40 источников литературы.

Оценка «отлично» за реферат ставится, если:

- содержание реферата точно соответствует теме, отсутствуют ошибки в изложении и оформлении реферата;

- материал освещен в проблемном аспекте при достаточном фактологическом изложении;

- ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу отличаются полнотой;
- изложено свое видение проблемы и аргументация своей позиции с помощью фактов;

- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**хорошо**» за реферат ставится, если:

- содержание реферата соответствует теме, допущены негрубые ошибки в изложении и оформлении реферата;

- обозначены основные проблемы изучения заявленного в теме вопроса при достаточном фактологическом изложении;

- даны ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу;
- изложено свое видение проблемы и приведен ряд аргументов своей позиции с помощью фактов;

- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**удовлетворительно**» за реферат ставится, если:

- содержание реферата соответствует теме, допущены ошибки в изложении и оформлении реферата;

- поверхностное фактологическое изложение;

- даны ссылки на ряд работ известных ученых и новейшую литературу;

- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**неудовлетворительно**» за реферат ставится, если:

- содержание реферата не соответствует теме, допущены грубые ошибки в изложении и оформлении реферата;

- не изложено свое видение проблемы и не приведены аргументы своей позиции;

- содержание не связано с темой диссертационного исследования.

4. Пример экзаменационного билета

Билет 1

Основные вопросы:

1. Математические модели информационно-телекоммуникационных систем.
2. Численное дифференцирование.

Дополнительные вопросы:

3. Полумарковские процессы и потоки событий.