

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

« 16 » марта 2023г.

**ПРОГРАММА**

**кандидатского экзамена по научной специальности**

*«2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»*

Томск – 2023

Программа кандидатского экзамена по научной специальности «2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» рассмотрена и рекомендована к утверждению ученым советом института прикладной математики и компьютерных наук

протокол № 1 от 15.03.2023 г.

**Авторы-разработчики:**

1. Горцев А.М., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ТГУ;
2. Воробейчиков С.М., д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры системного анализа и математического моделирования ТГУ;
3. Кошкин Г.М., д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры системного анализа и математического моделирования ТГУ;
4. Нежелская Л.А., д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики ТГУ;
5. Останин С.А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой компьютерной безопасности ТГУ;
6. Смагин В.И., д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики ТГУ;
7. Шмырин И.С., канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной математики ТГУ.

Согласовано:

Руководитель ОП

Горцев А.М.

## 1. 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 «2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» и по соответствующей отрасли науки (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана с учетом Паспорта научной специальности «05.13.01. – Системный анализ, управление и обработка информации» (далее – Программа).

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 устного экзамена по билетам продолжительностью один академический час и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (не более трёх вопросов по содержанию курса 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»).
2. Дополнительные вопросы (не более трёх вопросов из 2-го раздела содержания Программы).
3. Реферат либо опубликованная статья.

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** (по содержанию курса «2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»).

Тема 1. Основные понятия и задачи системного анализа

1. Понятия о системном подходе, системном анализе.

2. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость.

3. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

4. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем).

5. Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

6. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

## Тема 2. Модели и методы принятия решений

1. Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Классификация методов принятия решений.

2. Методы обработки экспертной информации. Методы оценки компетентности экспертов. Оценка согласованности мнений экспертов.

3. Методы многокритериальной оценки альтернатив.

4. Статистические модели принятия решений. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Ходжеса-Лемана.

5. Матричные игры двух лиц со строгим соперничеством. Равновесие в игре двух лиц со строгим соперничеством.

6. Некооперативные игры двух лиц с нестрогим соперничеством. Равновесие в некооперативных играх.

7. Кооперативные игры двух лиц с нестрогим соперничеством. Арбитражная схема Нэша.

## Тема 3. Оптимизация и математическое программирование

1. Классификация задач математического программирования.

2. Постановка задачи линейного программирования. Свойства решений задачи линейного программирования.

3. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

4. Двойственные задачи линейного программирования. Связь оптимальных решений двойственных задач. Приложения двойственных задач.

5. Транспортная задача. Формы записи транспортных задач. Методы решения транспортных задач.

6. Задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм.

7. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

8. Классификация методов безусловной оптимизации. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации.

9. Метод проекции градиента для решения задачи условной многомерной оптимизации.

10. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### Тема 4. Основы теории управления

1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Классификация систем управления.

2. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

3. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара-Шипара, Гурвица, Михайлова.

4. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость.

5. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование.

6. Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.

7. Классификация дискретных систем автоматического управления. «Z-преобразование» решетчатых функций и его свойства.

8. Устойчивость дискретных систем. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения.

9. Элементы теории реализации динамических систем. Дифференциаторы выхода динамической системы.

#### Тема 5. Основы параметрической математической статистики

1. Выборка, статистические модели. Параметрические модели. Непараметрические модели. Вероятностное описание случайных величин.

2. Основные понятия теории оценок параметров. Свойства точечных оценок параметров.

3. Функция правдоподобия и количество информации Фишера.

4. Неравенство Рао-Крамера. Достаточные статистики. Эмпирическая функция распределения.

5. Методы построения точечных оценок параметров. Метод подстановки. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия

6. Общие свойства МП-оценок.

7. Интервальные оценки параметров. Доверительные интервалы.

8. Проверка статистических гипотез. Понятие статистического критерия и критической области.

9. Вероятности ошибок и мощность критерия. Общие свойства критериев и их сравнения.

10. Подход Неймана-Пирсона. Параметрические сложные гипотезы.

11. Критерий отношения правдоподобия.

12. Критерии согласия. Критерии однородности. Критерии независимости и случайности.

13. Основные понятия дисперсионного анализа.

Тема 6. Компьютерные технологии обработки информации

1. Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.

2. Понятие информационной системы, банки и базы данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД.

3. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.

4. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

5. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

6. Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС.

7. Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схематехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.

8. Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

9. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

10. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста (редакторы и конверторы). Базовые понятия VRML.

### **Рекомендуемая литература**

1. Гаврилов М. В., Климов В. А. Информатика и информационные технологии: учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023.

2. Данелян Т.Я. Теория систем и системный анализ: учебно-методический комплекс [для преподавателей и студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Прикладная информатика"]. М.: Ленанд, 2016.

3. Качала В.В. Теория систем и системный анализ: [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Прикладная информатика"]. М.: Академия, 2013.
4. Корилов А.М. Теория систем и системный анализ: учебное пособие [для студентов вузов по специальности 080801 "Прикладная информатика" и другим экономическим специальностям]. М.: ИНФРА-М, 2016.
5. Новиков Б. А., Горшкова Е. А., Графеева Н. Г. Основы технологий баз данных: учеб. пособие. 2-е изд. М.: ДМК Пресс, 2020.
6. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебное пособие [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Информатика и вычислительная техника" и по специальностям "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети", "Автоматизированные машины, комплексы, системы и сети", "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем"]. 5-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2016.
7. Ржевский С.В. Исследование операций: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2013.
8. Емельянов С. В., Коровин С. К., Ильин А. В. Математические методы теории управления: проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости. М.: Физматлит, 2013.
9. Параев Ю.И. Теория оптимального управления. Томск: Изд-во НТЛ, 2004.

#### **Список дополнительной литературы**

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф. П. Основы системного анализа: Учебник. Томск: НТЛ, 2001.
2. Антонов А.В. Системный анализ [учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" и специальности "Автоматизированные системы обработки информации и управления"]. М.: Высшая школа, 2004.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы. Методологии. М.: Наука, 1980.
4. Вержбицкий В.М. Основы численных методов [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Прикладная математика"]. М.: Высшая школа, 2009.
5. Гендрина И. Ю., Катаева С. С., Рыжиков А. П. Методы решения линейных задач дискретного программирования: учебно-методическое пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 2003.
6. Гаврилова Т.А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Прикладная математика и информатика", "Информатика и вычислительная



техника" и специальностям "Прикладная информатика" и "Прикладная математика и информатика"]. СПб: Питер, 2001.

7. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. Беспойсковые методы. М.: Наука, 1990.

### Список электронных ресурсов

1. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ [учебное пособие, электронный ресурс]. М.: Кнорус, 2010.
2. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000401362>
3. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. Наука и искусство решения проблем: [учебник, электронный ресурс]. Томск: Изд-во ТГУ, 2004.
4. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000196963>
5. Колбин В.В. Математические методы коллективного принятия решений [учебное пособие, электронный ресурс]. СПб: Лань, 2015.
6. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=60042](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60042)
7. Головчинер М.Н. Базы данных: основные понятия, модели данных, процесс проектирования [учебное пособие, электронный ресурс]. Томск: ТГУ, 2009.
8. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000428960>
9. <http://www.lib.tsu.ru/> – Научная библиотека ТГУ.
10. <http://www.diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций РГБ.
11. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека.

**Раздел 2. Дополнительные вопросы** (по содержанию курса «2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»).

Область исследования: вероятностные, статистические и логические методы исследования стохастических, динамических систем и дискретных автоматов.

1. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

2. Пуассоновский поток событий, его описание. Предельная теорема о сходимости суммы независимых ординарных потоков событий к пуассоновскому потоку.

3. Рекуррентные потоки событий. Функция Пальма. Просеивание потоков.

4. Дважды стохастические потоки событий.

5. Марковские системы массового обслуживания (СМО). Граф состояний системы. Методы расчета финальных вероятностей СМО по графу переходов. СМО M/M/1, M/M/N.

6. Метод вложенных цепей Маркова.

7. Приоритетные СМО. Абсолютные и относительные приоритеты.

8. Управляемые СМО с динамическими приоритетами и с формированием очередей.
9. Управляемые СМО с резервными каналами (симметричными и несимметричными).
10. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений. Переходная и передаточная матрица.
11. Решение задачи аналитического конструирования регуляторов (метод Летова, метод Красовского, модальное управление, прогнозирующее управление).
12. Стохастические оптимальные системы. Теорема разделения.
13. Адаптивное и робастное управление.
14. Непараметрические алгоритмы Надарая–Ватсона восстановления регрессии.
15. Непараметрические методы идентификация сложных систем.
16. Непараметрические алгоритмы идентификация, управления и прогноза в нелинейной авторегрессии.
17. Синтез непараметрических алгоритмов управления. Управление технологией конвертерного производства стали.
18. Основы анализа экспертных оценок.
19. Полные системы функций. Теорема Поста о полной системе функций.
20. Минимизация конечных автоматов. Алгоритм Хопкрофта.
21. Построение контролирующего теста для константных неисправностей комбинационных схем. D-алгоритм Рота.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания. М.: Изд-во РУДН, 1995.
2. Васильев В.А., Добровидов А.В., Кошкин Г.М. Непараметрическое оценивание функционалов от распределений стационарных последовательностей. М.: Наука, 2004.
3. Горцев А.М., Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Управление и адаптация в системах массового обслуживания. Томск: Изд-во ТГУ, 1978.
4. Домбровский В. В. Эконометрика [электронный ресурс]. Томск: [б. и.], 2016. – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000550882>.
5. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. М: Наука, 1997.
6. Кошкин Г.М. Непараметрическая идентификация экономических систем [учебное пособие]. Томск: Изд-во НТЛ, 2007.
7. Кошкин Г.М., Пивен И.Г. Непараметрическая идентификация стохастических систем. Научное издание. Хабаровск: Российская академия наук, Дальневосточное отделение. 2009.
8. Лугачев М.И., Ляпунцов Ю.П. Методы социально-экономического прогнозирования. М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2000.

9. Матросова А.Ю. Алгоритмические методы синтеза тестов. Томск: Изд-во ТГУ, 1990.
10. Нежелская Л.А. Оценка состояний дважды стохастических потоков событий [учебное пособие]. Томск: Изд-во ТГУ, 2020.
11. Параев Ю.И. Введение в статистическую динамику процессов управления и фильтрации. М.: Сов. Радио, 1976.
12. Параев Ю.И. Теория оптимального управления. Томск: Изд-во НТЛ, 2004.
13. Тарасенко П.Ф. Индикаторный статистический анализ. Томск: Изд-во ТГУ, 2005.
14. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. М.: Наука, 1991.
15. Шуленин В.П. Математическая статистика. Параметрическая, непараметрическая, робастная. Часть I-III. Томск: Изд-во НТЛ, 2012.
16. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. М.: Радио и связь, 1993.

#### **4. Пример экзаменационного билета**

1. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость.
2. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.
3. Понятие информационной системы, банки и базы данных.
4. Предельная теорема о сходимости суммы независимых ординарных потоков событий к пуассоновскому потоку.
5. Расчет характеристик СМО при рекуррентном входящем потоке.
6. Свойства решений линейных дифференциальных уравнений. Переходная и передаточная матрица.