

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор-проректор  
по научной работе

\_\_\_\_\_ А.В. Коржов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА**

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации,  
статистика (технические науки)

Разработчики:

1. \_\_\_\_\_ *Ширяев В.И., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматического управления»*
2. \_\_\_\_\_ *Логиновский О.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных и экономических системах»*

Челябинск 2022 г.

# **1. Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену**

## **Раздел I. Математические основы системного анализа и управления**

1.1 Элементы теории множеств. Понятие множества, операции над множествами. Конечные и бесконечные множества. Бинарные отношения. Понятие мощности множества. Эквивалентность множеств. Упорядоченность. Аксиомы выбора.

1.2 Основы функционального анализа. Типы пространств (топологическое, метрическое, линейное, нормированное). Сходимость и полнота. Гильбертово пространство. Линейные операторы и функционалы, их свойства. Обратные операторы. Теорема о неявной функции. Принцип сжатых отображений, теорема о неподвижной точке.

1.3 Дифференциальные уравнения. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение линейной неоднородной задачи Коши. Непрерывность и дифференцируемость решений по параметрам и начальным данным. Аналитические и численные методы решения линейных и нелинейных начальных и краевых задач для систем дифференциальных уравнений.

1.4 Математическое программирование. Основы теории и численные методы. Элементы выпуклого анализа. Методы безусловной минимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона. Линейное программирование. Типовые задачи линейного программирования. Теоремы двойственности. Нелинейное программирование. Теорема Куна-Таккера. Седловая точка функции Лагранжа. Численные методы: метод штрафных функций, метод проекции возможных направлений, метод сопряженного градиента, метод проекции градиента, метод линеаризации, методы глобальной оптимизации. Целочисленное программирование. Метод отсекающих плоскостей и метод ветвей и границ в целочисленном программировании.

1.5 Элементы теории вероятностей и случайных процессов. Пространство элементарных событий. Случайные величины и функции распределения. Независимость событий и случайных величин. Испытания Бернулли. Числовые характеристики случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Теорема Пуассона. Дискретные цепи Маркова. Эргодическая теорема для цепей Маркова.

## **Раздел II. Системный анализ**

2.1 Понятие о системном подходе. Выделение системы из среды. Понятие целостности. Системные понятия: вход, выход, обратная связь, ограничения.

Описание систем. Общая схема системного подхода. Построение моделей. Критерии и альтернативы.

2.2 Методы моделирования в системном анализе. Модели стоимости и эффективности. Синтез стоимости и эффективности. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Марковские модели. Языки моделирования: их основные особенности, достоинства и недостатки.

2.3 Многокритериальная оптимизация. Виды оценок и шкал. Построение множества эффективных вариантов. Важность критериев. Компенсация критериев по относительной важности критериев. Свертка критериев. Векторная оптимизация. Условия парето-оптимальности. Приближенное построение паретовской границы. Замещение критериев по важности.

2.4 Основные понятия теории игр. Игры двух лиц с нулевой суммой. Теорема о минимаксе. Смешанные стратегии. Равновесие Нэша. Дифференциальные игры.

### Раздел III. Управление динамическими системами

3.1 Предмет теории управления. Управленческие отношения и понятие организационного управления. Цели управления. Управление в сложных системах. Значение обратной связи в теории управления. Формализация и постановка задач управления.

3.2 Основные школы управления: школа научного управления, классическая (административная) школа, школа человеческих отношений, школа управления на основе поведенческих наук, школа количественного подхода.

3.3 Процессный подход в теории управления. Концепция процессного подхода. Принципы процессного подхода. Основные функции управления с позиции процессного подхода. Особенности внедрения процессного управления на предприятии.

3.4 Системный подход в теории управления. Концепция системного подхода. Основные понятия системного подхода. Система, элемент, структура, среда. Свойства систем. Эмерджентность сложных систем. Закон необходимого разнообразия. Организация как система. Системный анализ. Управление на основе системного анализа.

3.5 Ситуационный подход в теории управления. Концепция ситуационного подхода. Управление по средствам ситуационного подхода. Ситуационные переменные и их влияние на результаты управленческой деятельности. Внутренние ситуационные переменные. Внешние ситуационные переменные. Системная модель ситуационных переменных. Значение прямого и косвенного воздействия на организацию.

3.6 Дополнительные подходы к управлению. Принципы управления.

3.7 Функциональный подход в теории управления. Понятие функций управления и их классификация. Общие и специфические функции. Стратегическое планирование в организационных системах. Тактическое и

оперативное планирование и управление. Организация и информационное взаимодействие.

3.8 Личностно-концептуальный подход в теории управления. Необходимость формирования руководителем личной концепции развития организации. Значение руководства, власти, лидерства и личностного влияния руководителя в управлении организацией.

3.9 Понятие о динамической системе. Основные принципы управления. Классификация задач. Структура, типы и основные функциональные элементы систем управления.

3.10 Линейные непрерывные системы. Операторная форма уравнений движения для систем с постоянными коэффициентами. Передаточная функция. Структурная схема системы. Типовые звенья систем управления. Управляемость, наблюдаемость и стабилизируемость линейной. Критерии управляемости и наблюдаемости.

3.11 Нелинейные непрерывные системы. Фазовое пространство. Устойчивость. Исследование устойчивости первым и вторым методом А.М. Ляпунова. Стабилизация линейных непрерывных динамических систем. Системы с переменной структурой.

3.12 Дискретные системы. Методы исследования линейных дискретных систем. Решение начальной задачи для линейной неоднородной дискретной системы. Устойчивость в линейных и нелинейных дискретных системах.

3.13 Оптимальное управление в условиях полной информации. Вариационное исчисление. Постановки задач оптимального управления для непрерывных и дискретных систем. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана для непрерывных и дискретных задач оптимального управления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для непрерывных и дискретных управляемых систем. Существование оптимальных управлений. Линейно-квадратичные задачи оптимального управления. Дифференциальные и алгебраические матричные уравнения типа Риккати для непрерывных и дискретных задач оптимального управления и их разрешимость. Оптимальные регуляторы и связь с устойчивостью. Численные методы оптимального управления.

3.14 Управление в условиях неопределённости. Статистические и игровые методы в теории автоматического управления. Фильтрация по Винеру-Хопфу. Оптимальный фильтр Калмана.

3.15 Методы идентификации. Формулировка задач идентификации и классификация методов идентификации.

## Раздел IV. Обработка информации

4.1 Понятие информации, сообщений и обработки информации. Общее описание технических средств представления информации. Информация и информационные системы. Специфика информационных систем. Принципы машинной организации обработки информации, архитектуры вычислительных машин. Компьютеры с расширенной и сокращенной системой команд. Техническое обеспечение выполняемых функций. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Дискретный канал связи и его пропускная способность. Теорема Котельникова-Шеннона. Преобразование Фурье.

4.2 Основные виды программного обеспечения. Программные продукты и сервисы. Архитектура программных систем. Технологии проектирования программных систем. Принципы разработки человеко-машинного интерфейса. Процедурная и объектно-ориентированная парадигмы программирования. Понятие и использование типов данных в программировании на языках высокого уровня и объектно-ориентированном программировании. Тестирование программного обеспечения. Принципы организации многозадачной работы в современных вычислительных системах. Вычислительные процессы, вычислительные нити, операционные средства их порождения и запуска.

4.3 Банки и базы данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Реляционный подход к организации БД. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы). Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

4.4 Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

4.5 Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Искусственные нейронные сети. Принципы и алгоритмы обучения ИНС. Алгоритм обратного распространения ошибки. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем.

## Раздел V. Специальная часть

1. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Гарантированные и равновесные решения, нечеткие множества. Планирование эксперимента на основе критерия Байеса. Гарантированные решения по критериям Вальда, Севиджа, Гурвица.

2. Оптимальная фильтрация сигналов. Линейные непрерывные и цифровые фильтры, оптимальные по критерию максимума отношения сигнал/шум. Фильтры, оптимальные по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Фильтр Колмогорова-Винера. Условия физической реализуемости фильтра. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Фильтры, оптимальные по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Фильтр Калмана. Уравнения Риккати и методы их решения. Непрерывные и цифровые модификации фильтров. Гарантированное оценивание.

3. Применение нейрокомпьютерной техники при обработке информации. Искусственный нейрон. Активационные функции. Однослойные и многослойные искусственные нейронные сети. Нейронные сети с обратными связями. Обучающий алгоритм обратного распространения ошибки. Выбор информативных признаков и сокращение размерности векторов входных реализаций на основе нейросетевой технологии с использованием начальных регрессионных статистических характеристик. Обучение нейросети. Формирование обучающего и тестового множества. Выбор функционала оптимизации.

4. Нечеткие множества. Принадлежность множеству. Свойства нечетких множеств. Прикладные задачи нечеткой логики. Формы представления нечетких множеств и их компьютерная реализация.

5. Нечеткие контроллеры. Нечеткие системы управления. Гибридные системы регулирования. Нечеткая логика в задаче фильтрации.

## Раздел VI. Статистика

1. Теоретическая и эмпирическая функции распределения. Предельное поведение эмпирической функции распределения. Теорема Гливенко-Кантелли. Начальные и центральные эмпирические моменты, теоремы о близости эмпирических моментов к соответствующим теоретическим.

2. Основные распределения математической статистики. Параметры распределений. Оценка неизвестного параметра. Точечное оценивание, несмещенность и состоятельность оценки. Метод моментов. Асимптотическая нормальность оценок, полученных методом моментов. Метод максимального правдоподобия. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.

3. Интервальное оценивание. Доверительный интервал. Уровень доверия. Точность и надежность оценивания дисперсии нормальной случайной величины. Точность и надежность оценивания для негауссовских распределений. Понятие эффективности оценки. Несмещенные оценки с минимальной дисперсией. Неравенство Рао-Крамера.

4. Статистическая проверка гипотез. Критерий проверки гипотезы, уровень значимости критерия, мощность критерия. Параметрические гипотезы. Принцип отношения правдоподобия Неймана – Пирсона. Непараметрические гипотезы. Критерии согласия. Критерий Колмогорова-Смирнова.

5. Статистическое исследование зависимостей. Случайные переменные в эксперименте. Нелинейные зависимости. Корреляционные связи. Значимость коэффициента корреляции. Множественная регрессия. Метод наименьших квадратов. Неслучайные переменные. Линейные по параметрам регрессионные модели. Оценивание коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов. Свойства оценок коэффициентов регрессии.

6. Понятие адекватной модели. Гипотеза об адекватности модели. Оценка близости остаточной ошибки модели к ошибке эксперимента. Прогнозирование результатов эксперимента. Точность и надежность прогноза.

7. Робастность как нечувствительность к малым предположениям от отклонений. Понятия робастности по распределению, качественной и количественной робастности. Робастные процедуры, робастные оценки. Вычисление робастных оценок. Робастный вариант метода наименьших квадратов.

## **2. Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки**

### Экзаменационные вопросы к разделу 1:

1 Понятие множества, операции над множествами. Конечные и бесконечные множества. Бинарные отношения.

2. Понятие мощности множества. Эквивалентность множеств. Упорядоченность. Аксиомы выбора.

3. Типы пространств (топологическое, метрическое, линейное, нормированное). Сходимость и полнота. Гильбертово пространство.

4. Линейные операторы и функционалы, их свойства. Обратные операторы.

5. Теорема о неявной функции. Принцип сжатых отображений, теорема о неподвижной точке.

6. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение линейной

неоднородной задачи Коши. Непрерывность и дифференцируемость решений по параметрам и начальным данным.

7. Аналитические и численные методы решения линейных и нелинейных начальных и краевых задач для систем дифференциальных уравнений.

8. Методы безусловной минимизации: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона.

9. Линейное программирование. Типовые задачи линейного программирования. Теоремы двойственности.

10. Нелинейное программирование. Теорема Куна-Таккера. Седловая точка функции Лагранжа.

11. Численные методы: метод штрафных функций, метод проекции возможных направлений, метод сопряженного градиента, метод проекции градиента, метод линеаризации, методы глобальной оптимизации.

12. Целочисленное программирование. Метод отсекающих плоскостей и метод ветвей и границ в целочисленном программировании.

13. Пространство элементарных событий. Случайные величины и функции распределения. Независимость событий и случайных величин. Испытания Бернулли.

14. Числовые характеристики случайных величин. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Теорема Пуассона.

15. Дискретные цепи Маркова. Эргодическая теорема для цепей Маркова.

#### Экзаменационные вопросы к разделу 2:

1. Понятие о системном подходе. Понятие целостности. Системные понятия: вход, выход, обратная связь, ограничения. Описание систем.

2. Общая схема системного подхода. Построение моделей. Критерии и альтернативы.

3. Методы моделирования в системном анализе.

4. Модели стоимости и эффективности. Синтез стоимости и эффективности.

5. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели.

6. Марковские модели. Языки моделирования: их основные особенности, достоинства и недостатки.

7. Многокритериальная оптимизация. Виды оценок и шкал.

8. Построение множества эффективных вариантов. Важность критериев. Компенсация критериев по относительной важности критериев. Свертка критериев.

9. Векторная оптимизация. Условия парето-оптимальности. Приближенное построение паретовской границы. Замещение критериев по важности.



10. Основные понятия теории игр. Игры двух лиц с нулевой суммой. Теорема о минимаксе.

11. Смешанные стратегии. Равновесие Нэша. Дифференциальные игры.

#### Экзаменационные вопросы к разделу 3:

1. Предмет теории управления. Управленческие отношения и понятие организационного управления. Цели управления. Дерево целей. Специфика работы с целевой информацией. Критерии эффективности и ограничения при достижении цели.

2. Управление в сложных системах. Значение обратной связи в теории управления. Формализация и постановка задач управления.

3. Основные структуры и методы управления социально-экономическими системами: административно-организационные, экономические, социально-психологические и др. Специфика управления социальными и экономическими системами.

4. Математическое и имитационное моделирование. Человеческий фактор при управлении социальными и экономическими системами.

5. Основные школы управления: школа научного управления, классическая (административная) школа, школа человеческих отношений, школа управления на основе поведенческих наук, школа количественного подхода.

6. Процессный подход в теории управления. Концепция процессного подхода. Принципы процессного подхода.

7. Основные функции управления с позиции процессного подхода. Особенности внедрения процессного управления на предприятии.

8. Системный подход в теории управления. Концепция системного подхода. Основные понятия системного подхода. Система, элемент, структура, среда. Свойства систем.

9. Эмерджентность сложных систем. Закон необходимого разнообразия. Организация как система. Системный анализ. Управление на основе системного анализа.

10. Ситуационный подход в теории управления. Концепция ситуационного подхода. Управление по средствам ситуационного подхода.

11. Ситуационные переменные и их влияние на результаты управленческой деятельности. Внутренние ситуационные переменные. Внешние ситуационные переменные. Системная модель ситуационных переменных. Значение прямого и косвенного воздействия на организацию.

12. Дополнительные подходы к управлению. Принципы управления.

13. Функциональный подход в теории управления. Понятие функций управления и их классификация. Общие и специфические функции.

14. Стратегическое планирование в организационных системах. Тактическое и оперативное планирование и управление. Организация и информационное взаимодействие.

15. Личностно-концептуальный подход в теории управления. Необходимость формирования руководителем личной концепции развития организации. Значение руководства, власти, лидерства и личностного влияния руководителя в управлении организацией.

16. Понятие динамической системы. Основные принципы управления. Классификация задач.

17. Структура, типы и основные функциональные элементы систем управления.

18. Линейные непрерывные системы. Операторная форма уравнений движения для систем с постоянными коэффициентами. Передаточная функция. Структурная схема системы. Типовые звенья систем управления.

19. Управляемость, наблюдаемость и стабилизируемость линейной системы. Критерии управляемости и наблюдаемости.

20. Нелинейные непрерывные системы. Фазовое пространство. Устойчивость. Исследование устойчивости первым и вторым методом А.М. Ляпунова.

21. Стабилизация линейных непрерывных динамических систем. Системы с переменной структурой.

22. Дискретные системы. Методы исследования линейных дискретных систем. Решение начальной задачи для линейной неоднородной дискретной системы. Устойчивость в линейных и нелинейных дискретных системах.

23. Оптимальное управление в условиях полной информации. Вариационное исчисление. Постановки задач оптимального управления для непрерывных и дискретных систем.

24. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана для непрерывных и дискретных задач оптимального управления.

25. Принцип максимума Л.С. Понтрягина для непрерывных и дискретных управляемых систем. Существование оптимальных управлений.

26. Линейно-квадратичные задачи оптимального управления. Дифференциальные и алгебраические матричные уравнения типа Риккати для непрерывных и дискретных задач оптимального управления и их разрешимость.

27. Оптимальные регуляторы и связь с устойчивостью. Численные методы оптимального управления.

28. Управление в условиях неопределённости. Статистические и игровые методы в теории автоматического управления.

29. Фильтрация по Винеру-Хопфу. Оптимальный фильтр Калмана.

30. Методы идентификации. Формулировка задач идентификации и классификация методов идентификации.

Экзаменационные вопросы к разделу 4:

1. Понятие информации, сообщений и обработки информации. Общее описание технических средств представления информации.

2. Информация и информационные системы. Специфика информационных систем. Принципы машинной организации обработки информации, архитектуры вычислительных машин.

3. Компьютеры с расширенной и сокращенной системой команд. Техническое обеспечение выполняемых функций. Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры.

4. Дискретный канал связи и его пропускная способность. Теорема Котельникова-Шеннона. Преобразование Фурье.

5. Основные виды программного обеспечения. Программные продукты и сервисы. Архитектура программных систем.

6. Технологии проектирования программных систем. Принципы разработки человеко-машинного интерфейса. Процедурная и объектно-ориентированная парадигмы программирования.

7. Понятие и использование типов данных в программировании на языках высокого уровня и объектно-ориентированном программировании. Тестирование программного обеспечения.

8. Принципы организации многозадачной работы в современных вычислительных системах. Вычислительные процессы, вычислительные нити, операционные средства их порождения и запуска.

9. Банки и базы данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД.

10. Реляционный подход к организации БД. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

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

12. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI.

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

15. Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Искусственные нейронные сети. Принципы и алгоритмы обучения ИНС. Алгоритм обратного распространения ошибки.

16. Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем.

Экзаменационные вопросы к разделу 5:

1. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Гарантированные и равновесные решения, нечеткие множества. Планирование эксперимента на основе критерия Байеса. Гарантированные решения по критериям Вальда, Севиджа, Гурвица.

2. Оптимальная фильтрация сигналов. Линейные непрерывные и цифровые фильтры, оптимальные по критерию максимума отношения сигнал/шум.

3. Фильтры, оптимальные по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Фильтр Колмогорова-Винера. Условия физической реализуемости фильтра.

4. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Фильтры, оптимальные по критерию минимума среднего квадрата ошибки. Фильтр Калмана.

5. Уравнения Риккати и методы их решения. Непрерывные и цифровые модификации фильтров. Гарантированное оценивание.

6. Применение нейрокомпьютерной техники при обработке информации. Искусственный нейрон. Активационные функции. Однослойные и многослойные искусственные нейронные сети. Нейронные сети с обратными связями.

7. Обучающий алгоритм обратного распространения ошибки. Выбор информативных признаков и сокращение размерности векторов входных реализаций на основе нейросетевой технологии с использованием начальных регрессионных статистических характеристик. Обучение нейросети. Формирование обучающего и тестового множества. Выбор функционала оптимизации.

8. Нечеткие множества. Принадлежность множеству. Свойства нечетких множеств.

9. Прикладные задачи нечеткой логики. Формы представления нечетких множеств и их компьютерная реализация.

10. Нечеткие контроллеры. Нечеткие системы управления. Гибридные системы регулирования. Нечеткая логика в задаче фильтрации.

### Экзаменационные вопросы к разделу 6:

1. Выборочные характеристики случайных величин, предельное поведение. Теорема Гливенко-Кантелли. Теоремы о близости эмпирических моментов к соответствующим теоретическим.
2. Оценки неизвестных параметра распределений. Точечное оценивание, несмещенность и состоятельность оценки. Метод моментов. Асимптотическая нормальность оценок, полученных методом моментов.
3. Метод максимального правдоподобия. Асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия.
4. Интервальное оценивание, доверительный интервал, уровень доверия. Точность и надежность оценивания дисперсии нормальной случайной величины.
5. Понятие эффективности оценки. Несмещенные оценки с минимальной дисперсией. Неравенство Рао-Крамера.
6. Критерий проверки гипотезы, уровень значимости критерия, мощность критерия. Параметрические гипотезы. Принцип отношения правдоподобия Неймана – Пирсона.
7. Непараметрические гипотезы. Критерии согласия. Критерий Колмогорова-Смирнова.
8. Случайные переменные в эксперименте. Нелинейные зависимости. Корреляционные связи. Множественная регрессия. Метод наименьших квадратов.
9. Неслучайные переменные. Линейные по параметрам регрессионные модели. Оценивание коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов.
10. Робастные оценки. Вычисление робастных оценок. Робастный вариант метода наименьших квадратов.

## **3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **3.1 Основная литература**

1. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. – СПб.: Наука, 1999.
2. Брайсон А., Хо Ю-Ши. Прикладная теория оптимального управления. – М.: Мир, 1972.
3. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. – М.: Факториал Пресс, 2005.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Радио и связь, 1983.
5. Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. Прикладные задачи оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1976.

6. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002.
7. Эффективное управление организационными и производственными структурами: монография / О.В. Логиновский, А.В. Голлай, О.И. Дранко, А.Л. Шестаков, А.А. Шинкарев; под ред. О.В. Логиновского. – М.: «ИНФРА-М», 2020. – 450с.
8. Управление промышленными предприятиями: стратегии, механизмы, системы / О.В. Логиновский, А.А. Максимов, В.Н. Бурков и [др.]. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 410с.
9. Математические основы теории автоматического регулирования. Учебное пособие / Иванов В.А., Медведев В.С., Чемоданов Б.К., Ющенко А.С.; под ред. Б.К. Чемоданова. – М.: Высшая школа, 1971.
10. Методы классической и современной теории автоматического управления. В 5 томах / Под ред. Пупкова К.А., Егупова Н.Д. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
11. Микрин Е.А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
12. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.
13. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: ВШ, 1989.
14. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкредидзе Р.А., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Физматгиз, 1961.
15. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. 2-ое доп. изд. – М.: Наука, 1978.
16. Боровков А.А. Математическая статистика: учебник для вузов / А.А. Боровков. – 5-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021.
17. Бочаров П.П. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
18. Хьюбер Дж.П. Робастность в статистике: пер. с англ. – М.: Мир, 1984.

### **3.2 Дополнительная литература**

1. Айзерман М.А., Алескерев Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). – М.: Наука, 1990.
2. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
3. Алескерев Ф.Т., Ортешук П. «Выборы. Голосование. Партии» – М.: Академия, 1995.

4. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. – М.: Физматлит, 2013.
5. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. – М.: Физматлит, 2008.
6. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. – М.: Высшая школа, 2003.
7. Батенко А.П. Управление конечным состоянием движущихся объектов. – М.: Советское радио, 1977.
8. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Высшая школа, 2001.
9. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Радио и связь, 1983.
10. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2004.
11. Егоров А.И. Основы теории управления. М.: Физматлит, 2007. – 504 с.
12. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности. М.: Наука. Физматлит, 1997. – 352 с.
13. Емельянов С.В., Коровин С.К. Теория робастной нелинейной обратной связи. Стабилизация при неопределенности. В сб. «Нелинейная динамика и управление. Вып.1». М.: Физматлит, 2001. Стр.5-67.
14. Ерусалимский Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, приложения. – М.: Вузовская книга, 1999.
15. Зубов Н.Е., Микрин Е.А., Рябченко В.Н. Матричные методы в теории и практике систем автоматического управления летательных аппаратов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
16. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. М.: Физматлит, 2007. – 440 с.
17. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях. – М.: Радио и связь, 1981.
18. Козлов В.И. Системы автоматического управления летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1979.
19. Колмогоров А.Н. и Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1976
20. Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. Метрический анализ и обработка данных. – М.: Физматлит, 2012.
21. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. – М.: Лань, 2004.
22. Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации. – К.: Наукова думка, 2006.

23. Куржанский А.Б. Управление и наблюдение в условиях неопределённости. – М.:Наука, 1977.
24. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент. – 272 с.
25. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К., Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. –М.: Наука, 1997.
26. Матасов А.И. Методы гарантированного оценивания. – М.: Изд-во МГУ, 2009.
27. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. – М.: Наука, 1974.
28. Печерский С.Л., Яновская Е.Б. Кооперативные игры: решения и аксиомы. – Европейский университет в СПб, 2004.
29. Подиновский В.В., Ногин В.Д. «Парето-оптимальные решения многокритериальных задач». – М.: Физматлит, 2007.
30. Подиновский В.В., Потапов М.А. Методы анализа и системы поддержки принятия решений. / Учебное пособие. МФТИ. – М.: Компания Спутник +. 2003. Гл.3.
31. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. - М.: Наука, 1983.
32. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1974.
33. Пугачев В.С., Казаков И.Е., Евланов Л.Г. Основы статистической теории автоматических систем. – М.: Машиностроение, 1974.
34. Пупков К.А. Методы робастного, нейронечеткого и адаптивного управления, под ред. Пупкова К.А. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
35. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
36. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006.
37. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. – М.: Экономика, 1999.
38. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М.: Физматлит, 2003.
39. Системный анализ и принятие решений. М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
40. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.1 – М.: Физматлит, 2010
41. Соколов А.В., Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Т.2. – М.: Физматлит, 2010.
42. Черноусько Ф.Л. Оценивание фазового состояния динамических систем. Метод эллипсоидов. – М.: Наука, 1988.



43. Шалыгин А.С., Лысенко Л.Н., Толпегин О.А. Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов / Под ред. Ноздрачева А.В., Лысенко Л.Н. – М.: Машиностроение, 2012.

44. Шестаков А.Л. Методы теории автоматического управления в динамических измерениях. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.

45. Ширяев В.И. Исследование операций и численные методы оптимизации. – М.: URSS, 2017.

46. Ширяев В.И., Ширяев Е.В. Принятие решений: Динамические задачи. Управление фирмой. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

47. Ширяев В.И., Ширяев Е.В. Принятие решений: Математические основы. Статистические задачи. – М.: URSS, 2016.

#### **4. Условия допуска к экзамену**

К сдаче кандидатских экзаменов допускаются аспиранты, а также лица, имеющие высшее образование, подтвержденное дипломом специалиста или магистра, прикрепленные для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

#### **5. Процедура проведения экзамена**

Прием кандидатского экзамена по специальной дисциплине проводится в виде письменного экзамена и последующего собеседования по представленным ответам в очной форме в аудитории университета.

Процедура проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

1. В аудиторию заходят все Соискатели, присутствующие на экзамене.
2. Председатель комиссии или его заместитель поочередно называет фамилию, имя и отчество Соискателя из числа присутствующих и просит экзаменуемого Соискателя предъявить документы, удостоверяющие личность Соискателя.
3. После подтверждения личности Соискателя, комиссия просит Соискателя назвать номер из числа оставшихся номеров вопросных листов (билетов). Вопросный лист содержит 3 экзаменационных вопроса из разных тем, представленных в программе кандидатского экзамена по специальной дисциплине. Председатель или член комиссии зачитывает экзаменационные вопросы, указанные в выбранном вопросном листе, озвучивает текущее время как время начала подготовки Соискателя к собеседованию. Фамилия, имя, отчество Соискателя, номер вопросного листа, и время начала подготовки фиксируются

комиссией в ведомости кандидатского экзамена по специальной дисциплине. Соискатель начинает письменную подготовку к собеседованию по выбранному билету.

4. Время подготовки Соискателя к собеседованию – не менее 45 минут.

5. Соискатель имеет право заявить о своей готовности к собеседованию по заданным темам ранее отведенного ему времени.

6. По окончании отведенного времени Комиссия проводит собеседование с Соискателями в порядке выдачи вопросных листов, либо ранее, по желанию Соискателя.

7. Соискатель проходит устное индивидуальное собеседование на основе представленных письменных ответов на выданные вопросы. Количество дополнительных вопросов не более трех: по одному из каждой темы.

8. Комиссия оценивает ответы Соискателя и проставляет оценку в соответствующей ведомости.

9. После заслушивания ответов всех Соискателей комиссия оглашает результаты экзамена.

10. По результатам экзамена по каждому Соискателю оформляется протокол заседания экзаменационной комиссии по приему кандидатского экзамена.