



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности**

2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

Санкт-Петербург
2025

1. Общие положения

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы предназначена для аспирантов и соискателей федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» (далее – РГГМУ).

Целью кандидатского экзамена является выявление уровня подготовленности соискателя к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Программа составлена в соответствии с приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» и приказом от 28.03.2014 №247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня».

2. Форма проведения кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен проводится очно или с применением дистанционных образовательных технологий в соответствии с расписанием, утвержденным председателем экзаменационной комиссии и размещенном на странице официального сайта РГГМУ (<https://www.rshu.ru/university/postgrad/pricrep.php>). Форма проведения кандидатского экзамена – устная.

Продолжительность кандидатского экзамена 60 минут, в т.ч. 30 минут на подготовку к ответу и 30 минут на ответ.

3. Содержание кандидатского экзамена

3.1. Базовые понятия и общие сведения об измерительных и управляющих системах. Раздел охватывает физические принципы измерений ключевых параметров процессов, роль механизации как основы автоматизации. Рассматриваются типовые структуры и состав современных информационно-измерительных систем (ИИС) и систем реализации управляющих воздействий, их эволюция. Детально разбираются методы управления расходом ресурсов различной физической природы, включая специфику работы многофункциональных устройств. Завершается обзором гибридных подходов к контролю и управлению в сложных автоматизированных комплексах.

3.2. Основы метрологии и метрологического обеспечения измерительных и управляющих систем. Раздел посвящен теории погрешностей измерений (классификация, методы оценки), статистическим методам контроля этих погрешностей и способам снижения ошибок при обработке информации. Рассматриваются основы организации метрологического контроля на производстве. Особое внимание уделяется задачам и методам метрологического обеспечения ИИС (калибровка) и управляющих систем, их метрологическим характеристикам (МХ) и путям их улучшения.

3.3. Основы теории технического эксперимента. Раздел раскрывает принципы планирования экспериментов: от классификации планов (полнофакторные, дробные, композиционные, некомпозиционные, научные, промышленные) до построения матриц планирования. Детально рассматривается теория дробных факторных экспериментов. Объясняются методы статистического анализа результатов (вероятностные оценки, проверка

гипотез, регрессионный анализ, МНК), включая расчет коэффициентов моделей, проверку их значимости и адекватности модели. Подчеркивается важность рандомизации при реализации плана.

3.4. Структура и обеспечение современных измерительных и управляющих систем. Раздел охватывает аппаратные (интерфейсы, каналы связи) и программные аспекты построения ИИС и систем управления, системный подход к их созданию. Рассматриваются алгоритмы цифровой обработки сигналов (первичная обработка, сглаживание, обнаружение аномалий, контроль достоверности). Детально анализируются статические и динамические характеристики исполнительных устройств и регулирующих органов, математическое описание статики и динамики потоков (неразрывных, расходования ресурсов). Излагаются принципы параметрического синтеза систем, расчета рабочих характеристик, этапов проектирования исполнительных систем, формирования цепей управления и обеспечения совместимости компонентов.

3.5. Методы моделирования, анализа, диагностики как способы расширения функциональных возможностей. Раздел посвящен теории моделирования (отношение модель-оригинал, принципы построения), методам выделения полезного сигнала из шума и фильтрации. Рассматриваются продвинутое методы анализа данных: метод главных компонент (МГК), многомерная градуировка. Излагаются основы параметрической идентификации и проверки адекватности моделей. Особое внимание уделяется современным подходам: созданию цифровых двойников, работе с нечеткой логикой и нейросетевым моделям. Завершается раздел рассмотрением классификации диагностических моделей, структур систем мониторинга и диагностики состояния технических систем, а также методов визуализации данных (одномерные и многомерные карты).

4. Вопросы кандидатского экзамена

4.1. Базовые вопросы к разделу «Базовые понятия и общие сведения об измерительных и управляющих системах»:

1. Общие физические основы технических измерений основных параметров технологических процессов.
2. Механизация производственных процессов, как основа их автоматизации.
4. Типовые структуры и состав информационных измерительных систем, современные тенденции их развития и совершенствования.
3. Типовые структуры и состав, современные тенденции развития и совершенствования средств и систем физической реализации управляющих воздействий.
4. Способы управления производительностью побудителей расхода газообразных, жидких и сыпучих материалов.
5. Системы дроссельного и объемного управления расходом материальных потоков.
5. Понятие о дозировании вещества. Сравнительный анализ и классификация методов дозирования.
6. Многофункциональные измерительные и исполнительные преобразователи параметров сыпучих материалов.
7. Гибридные способы и технические средства контроля и управления параметрами в автоматизированных технологических комплексах.

4.2. Базовые вопросы к разделу «Основы метрологии и метрологического обеспечения измерительных и управляющих систем»:

1. Погрешности измерений. Классификация погрешностей.
2. Методы оценки точности результатов.

3. Составляющие погрешности результатов обработки информации и методы их снижения.
4. Статистические методы контроля погрешностей измерения.
5. Организация метрологического контроля в промышленном производстве.
6. Основные задачи метрологического обеспечения информационных измерительных систем, их калибровка.
7. Метрологические характеристики измерительных каналов.
8. Метрологические характеристики управляющих систем, способы их улучшения.
- 4.3. Базовые вопросы к разделу «Основы теории технического эксперимента»:
 1. Основы планирования эксперимента.
 2. Полнофакторный и дробный факторный эксперимент.
 3. Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент. Композиционные и некомпозиционные планы.
 4. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.
 5. Дробный факторный эксперимент, свойства. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения.
 6. Применение вероятностных понятий к анализу случайных ошибок. Нахождение статистических оценок, проверка статистических гипотез.
 7. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.
 8. Реализация плана эксперимента и рандомизация. Обработка результатов эксперимента, регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.
- 4.4. Базовые вопросы к разделу «Структура, техническое, математическое и программное обеспечения современных измерительных и управляющих систем»:
 1. Приборный и машинный интерфейсы, виды каналов связи.
 2. Особенности реализации процедуры сбора и обработки данных.
 3. Системный подход к созданию информационных измерительных систем.
 4. Цифровая обработка сигналов. Процедуры первичной обработки.
 5. Алгоритмы сглаживания сигналов, обнаружение шумов, выбросов.
 6. Алгоритмы контроля достоверности информации.
 7. Статические и динамические характеристики исполнительных устройств.
 8. Расходные характеристики и их эквивалент для дроссельных и объемных регулирующих органов.
 9. Математическое описание статики неразрывного потока.
 10. Математическое описание динамики неразрывного потока.
 11. Принцип действия и математические модели управления расходом ресурсов.
 12. Расчет статических и динамических характеристик потока расходования ресурсов.
 13. Параметрический синтез автоматизированных систем.
 14. Расчет рабочих характеристик исполнительных механизмов.
 15. Этапы разработки и проектирования исполнительной управляющей системы.
 16. Типовые подходы к формированию цепей управления на базе исполнительных механизмов различного принципа действия.

17. Обеспечение технической, программной и конструктивной совместимости в системах контроля и управления в автоматизированных технологических комплексах.

4.5. Базовые вопросы к разделу «Методы моделирования, анализа, диагностики, как способы расширения функциональных возможностей информационных и управляющих систем»:

1. Модель и оригинал, отношения между ними.
2. Принципы и методы построения и преобразования моделей систем.
3. Понятия сигнала и шума.
4. Основные виды фильтрации полезного сигнала.
5. Метод главных компонент. Многомерная градуировка.
6. Параметрическая идентификация моделей.
7. Проверка адекватности моделей.
8. Основы разработки цифровых двойников исследуемых объектов.
9. Формализация нечеткой информации и построение моделей на основе аппарата нечеткой логики.
10. Основы нейросетевого моделирования.
11. Классификация диагностических моделей.
12. Структуры систем мониторинга и диагностики состояния технических измерительных и управляющих систем.
13. Одномерные и многомерные карты.

5. Список литературы, рекомендуемый для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Советов, Б.Я. Представление знаний в информационных системах: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - Москва: Академия, 2011. - 143с. – ISBN 978-5-7685-6886-2
2. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов/ Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – Москва: Юрайт, 2013. – 343 с. - ISBN 978-5-9916-2698-9
3. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов / В.Г. Харазов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2013. - 592 с.- ISBN 978-5-904757-56-4.
4. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник для Вузов / И. М. Лифиц. — 19-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2009. — 315 с. – ISBN 978-5-9916-0166-5.
5. Федотова, Е.Л. Информационные технологии в науке и образовании: учебное пособие / Е. Л. Федотова, А. А. Федотов. - Москва: Форум; Москва: ИНФРА-М, 2011. 334 с. - ISBN 978-5-8199-0434-3
6. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для вузов /Г.Г. Раннев. – Москва: Академия, 2010.-330 с. - ISBN 978-5-7695-5979-2.
7. Буховец, А. Г. Алгоритмы вычислительной статистики в системе R: учебное пособие / А. Г. Буховец, П. В. Москалев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1802-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168872>
6. Схиртладзе. — Волгоград: ВолгГТУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-9948-3558-6. —Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157191>

8. Нестеров, Н. И. Планирование и обработка результатов эксперимента: учебное пособие / Н. И. Нестеров. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 141 с. — ISBN 978-5-906920-25-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121816>
9. Петров А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168879>
10. Пенькова, Т. Г. Модели и методы искусственного интеллекта: учебное пособие / Т.Г. Пенькова, Ю. В. Вайнштейн. — Красноярск: СФУ, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-7638-4043-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157579>
11. Тараканов, В. П. Информационно-измерительная техника и электроника. Электрические измерения в системах электроснабжения: учебно-методическое пособие / В.П. Тараканов, М. С. Макеев. — Тольятти: ТГУ, 2013. — 88 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139871>
12. Кушнир, А. П. Пневматические производственные системы: учебное пособие / А.П. Кушнир. — Москва: РТУ МИРЭА, 2019. — 78 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171510>
13. Электропривод: учебное пособие / Н. П. Кондратьева, И. Р. Владыкин, В. А. Баженов [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. — 36 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158597>
14. Магазинникова, А.Л. Основы цифровой обработки сигналов: Учебное пособие / А.Л. Магазинникова. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - 132 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2175-6: // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com>

Разработчик программы: Бурлов В.Г., профессор кафедры информационных технологий и систем безопасности, доктор технических наук.