

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

**Программа вступительного испытания
по научной специальности
2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами»**

Форма обучения
очная

Москва, 2023

Общие положения

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание по научной специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе – 60 баллов.

Критерии оценки результатов испытания:

100-90 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

89-80 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

79-70 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

69-60 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

Вопросы для подготовки к вступительному испытанию

Научная специальность 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

I. Теория автоматического управления

1. Понятие о системах автоматического регулирования (САР) и системах автоматического управления (САУ). Типовая функциональная схема САР. Основные элементы систем.
2. Физические и математические модели. Формы представления моделей. Структурные математические модели и обыкновенные дифференциальные уравнения в анализе движения систем.
3. Понятие пространства переменных состояний. Математическое описание систем в пространстве переменных состояний с помощью дифференциальных уравнений в форме Коши. Определение и алгоритм вычисления матричной передаточной функции.
4. Типы соединений преобразователей. Последовательное и параллельное соединения. Прямая и обратная связь (ОС). Отрицательная и положительная обратные связи.
5. Временные характеристики динамических систем. Определение переходной и импульсной переходной характеристик.
6. Амплитудная и фазовая частотные характеристики. Их математическая и физическая интерпретация. Логарифмические амплитудные и фазовые частотные характеристики (ЛАФЧХ).
7. Понятие типовых динамических звеньев (ТДЗ). Временные и частотные характеристики ТДЗ. Построение ЛАФЧХ сложных передаточных функций, состоящих из нескольких ТДЗ.
8. Устойчивость систем: физический смысл и математическая интерпретация. Определение устойчивости по Ляпунову. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные критерии устойчивости. Критерий Найквиста. Понятие о запасах устойчивости по фазе и модулю. Применение ЛАФЧХ для анализа устойчивости. Исследование устойчивости многоконтурных систем.
9. Основные показатели качества регулирования. Приближенные оценки показателей качества.
10. Метод корневого годографа. Правила построения корневого годографа. Анализ и синтез систем методом корневого годографа.
11. Анализ и синтез систем. Принципы системного анализа, используемые при проектировании систем. Синтез системы с ОС.
12. Назначение корректирующих устройств. Частотный метод синтеза последовательного корректирующего устройства в следящей системе. Роль корректирующих устройств в обратных связях внутренних контуров системы.

13. Методы исследования нелинейных динамических систем.
14. Метод гармонического баланса. Фильтрующие свойства динамических систем. Коэффициент гармонической линеаризации. Балансы фаз и амплитуд.
15. Анализ и проектирование нелинейных систем методом фазовой плоскости. Фазовые портреты.
16. Дискретные и дискретно-непрерывные системы. Квантование сигналов по уровню и по времени. Математическое описание преобразователя непрерывного сигнала в дискретный и обратного преобразования дискретного сигнала в непрерывный.
17. Анализ частотных спектров сигналов в дискретно-непрерывной системе. Теорема Котельникова.
18. Экстраполятор нулевого порядка. Импульсное управление непрерывным интегратором.
19. Математический аппарат и свойства z -преобразования. Критерий устойчивости для дискретных систем. Анализ устойчивости дискретных систем на плоскости z и $W(z)$.

II. Теоретические основы информационной техники.

1. Теория сигналов. Классификация моделей сигналов. Пространство и метрология сигналов. Спектральный анализ сигналов.
2. Спектры периодических сигналов. Ряды Фурье. Спектральные функции непериодических сигналов. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа, их свойства.
3. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Случайный процесс как модель сигналов, моментные характеристики. Корреляционный анализ случайных сигналов.
4. Дискретизация сигналов. Спектр дискретного сигнала. Восстановление сигнала по отсчетам. Интерполяционный ряд Котельникова-Шеннона.
5. Информационное содержание сигналов. Энтропия дискретных и непрерывных сигналов. Количество информации как мера снятой неопределенности.
6. Модели каналов передачи сигналов. Информационные характеристики дискретных и непрерывных каналов.
7. Кодирование информации. Понятие оптимального кода. Избыточность кода. Методы эффективного кодирования.
8. Помехоустойчивое кодирование. Групповые коды. Циклические коды.
9. Алгоритмы обработки информации в информационно-измерительных системах. Алгоритмы аппроксимации.
10. Алгоритмы тестовой коррекции. Алгоритмы фильтрации. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Винера-Колмогорова. Рекуррентные алгоритмы фильтрации. Фильтр Калмана-Бьюси.

11. Цифровая обработка сигналов. Дискретные преобразования сигналов. Дискретные системы. Дискретное преобразование Фурье.
12. Быстрое преобразование Фурье. Z – преобразование сигналов. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа.
13. Свойства z-преобразования. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры. Методы синтеза дискретных фильтров.

III. Основы метрологического обеспечения

1. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации ИИУС.
2. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность ИИУС.
3. Выбор средств измерений по точности. Информационно-измерительные и управляющие системы как средства контроля, диагностики и поверки.
4. Закон Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений”.
5. Общие положения, единицы величин. Средства и методики выражения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор.
6. Поверка и калибровка средств измерений. Сущность методологии проведения метрологического сопровождения и экспертизы ИИУС. Основные направления их совершенствования.

IV. Технические средства построения АСУ ТП.

1. Структура программно-технического комплекса АСУ ТП. Технические средства АСУ ТП, предназначенные для работы на различных уровнях.
2. Средства связи объектов управления и вычислительного комплекса. Модули центрального процессора. Устройства связи с объектом. Модули дискретного ввода и вывода. Модули аналогового ввода и вывода. Виды дискретного управления.
3. Отображение данных. Форматы представления данных человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ) АСУТП. Резервирование систем отображения данных. Системы архивирования текущих данных технологического процесса. Виды архивов.
4. ПТК современных цифровых АСУТП АЭС с ВВЭР. Средства низовой автоматики на базе ТПТС. Архитектура ПТК информационно-управляющей системы верхнего уровня (СВБУ).
5. Системы диагностики работоспособности ПТК АСУТП нижнего уровня на базе ТПТС и АСУТП АЭС с ВВЭР в целом.

V. **Методология системной инженерии.**

1. Жизненный цикл АСУ ТП. Стандарты ISO 15288,15926.
2. Понятие о CALLs технологиях, системах класса PDM,PLM.
3. Электронный проект и виртуальная модель энергоблока на примере АСУТП.
4. Современные программные платформы. Методы и средства верификации и валидации проектных решения по АСУТП АЭС.

Литература

1. Цапенко М.П. Измерительно-информационные системы. М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно- измерительных систем. - М.: Машиностроение, 1991.
3. Новопащенко Г.Н. Информационно-измерительные системы. М.: Высш. шк., 1977.
4. Финогенов К.Г. Программирование измерительных систем реального времени. М.: Энергоатомиздат, 1990.
5. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем: Сборник руководящих документов. М.: Изд-во стандартов, 1984. Ланге Ф.Г.
6. Статистические аспекты построения измерительных систем. М.: Радио и связь, 1981. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В. Общая метрология. М.: Изд-во стандартов, 2001.
7. Основы метрологии / Ю.А. Богомолов и др. М.: Изд-во МИСИС, 2000. Метрологическое обеспечение информационно-измерительных систем (теория, методология, организация) / Под ред. Е.Т. Удовиченко. М.: Изд-во стандартов, 1991.
8. Шаракшанэ А.С., Халецкий А.К., Морозов И.А. Оценка характеристик сложных автоматизированных систем. М.: Машиностроение, 1993.
9. Новицкий П.В., Зограф И.А., Лабунец В.С. Динамика погрешностей средств измерений. Л.: Энергоатомиздат, 1990.
10. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств // Методы и стандарты. Сер. Информационные технологии. М.: СИНТЕГ, 2001.
11. Земельман М.А. Метрологические основы технических измерений. М.: Изд- во стандартов, 1991.
12. Метрологическое обеспечение и эксплуатация средств измерений / В.А. Кузнецов и др. М.: Радио и связь, 1990. Новицкий П.В., Зограф

- И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат, 1991.
13. Сычев А.П. Метрологическое обеспечение радиоэлектронной аппаратуры. М.: РИЦ “Татьянин день”, 1993.
 14. Бессонов А.А. Мороз А.В. Надежность систем автоматического регулирования. Л.: Энергоатомиздат, 1984.
 15. Теория автоматического управления. Под ред. Воронова А.А. Часть 1. – М.: Высшая школа, 1986.
 16. Теория автоматического управления. Под ред. Воронова А.А. Часть 2. -М.: Высшая школа, 1986.
 17. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. – М.: Машиностроение, 1978.
 18. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. Пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
 19. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1986.
 20. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 1. Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления./ Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
 21. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 2. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления./ Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
 22. Садовский Г.А. Теоретические основы информационно-измерительной техники. М: Высшая школа, 2008
 23. Куликовский Л.Ф., Мотов В.В. Теоретические основы информационных процессов. М: Высшая школа, 1982
 24. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2008.
 25. Золотарев В.В.. Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование.. М: Гор. линия-Телеком, 2004.