Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приёмной
комиссии
_____Е.А. Ваганов

28 сентября 2016 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру
в форме письменного экзамена
Направление 27.04.04
«Управление в технических системах»

Магистерская программа 27.04.04.02
«Автоматизация и управление техническими системами в металлургии»
(институт цветных металлов и материаловедения)

Красноярск 2016

Содержание программы
(по дисциплине «Автоматизация и управление техническими системами в металлургии»)

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности бакалавра и специалиста; проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков студентов требованиям обучения в магистратуре по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах». Вступительные испытания проводятся по разделам базовых и специальных дисциплин:

- математика и физика (для определения уровня фундаментальной подготовки специалиста или бакалавра);
- технические средства автоматизации:
- системы автоматизации технологических процессов и производств;
- теория автоматического управления.

Тема 1. Базовые понятия математики

1. Матрицы, действия над ними, ранг матрицы, миноры.
2. Векторная алгебра, системы координат.
3. Функции одной переменной. Предел, непрерывность, производная.
4. Неопределенный и определенный интеграл. Приложения.
5. Функции нескольких переменных. Дивергенция, градиент, элементы теории векторного поля. Формула Тейлора.
6. Основные виды обыкновенных дифференциальных уравнений: в разделяющихся переменных, линейные первого порядка, с постоянными коэффициентами. Существование и единственность решения.
7. Некоторые виды уравнений математической физики: уравнение теплопроводности, уравнение колебаний струны, уравнение Навье-Стокса. Краевые задачи. Методы решений.
8. Базовые понятия теории вероятностей и математической статистики – вероятность, математическое ожидание, функции распределения, нормальное распределение, дисперсия, корреляция.

Тема 2. Частные вопросы физики

1. Понятие температурного и концентрационного полей. Стационарные и нестационарные процессы. Виды процессов тепло- массопереноса (ТМП), их физическая природа. Основные качественные характеристики процессов ТМП: понятия о полях температур и концентраций, количестве тепла и массы, полных потоках и их плотностях. Молекулярная теплопроводность и диффузия.
2. Основные понятия гидро- и газодинамики. Идеальная и реальная среда. Свободное и вынужденное течение, характер движения среды. Гидродинамический, тепловой и диффузионный пограничные слои, их образование, структура.
3. Теплообмен – конвективный, радиационный, теплопроводностью.

4. Уравнения движения – обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа свободной материальной точки, системы точек.

5. Законы сохранения – энергия, импульс, момент импульса. Уравнения движения твердого тела.

6. Электростатическое поле проводников, плотность тока и проводимость.

7. Постоянное магнитное поле, движение жидкости в магнитном поле.

8. Идеальная жидкость, уравнение непрерывности, уравнение Эйлера.

9. Уравнения движения вязкой жидкости, несжимаемая жидкость.

Тема 3. Технические средства автоматизации

1. Структуры локальных, централизованных систем автоматического контроля и регулирования, автоматизированных систем управления технологическими процессами. Классы используемых технических средств (устройства получения, передачи, преобразования, хранения и отображения информации, исполнительные механизмы, регулирующие органы).

2. Методы стандартизации в производстве технических средств автоматизации. Агрегатирование и унификация. Элементный, блочно-модульный и агрегатный принципы исполнения технических средств автоматизации. Агрегатные комплексы автоматизации.

3. Электромеханические элементы автоматики. Аналоговые элементы - потенциометрические, тензометрические, индуктивные, емкостные, пьезоэлектрические. Принцип действия, статические характеристики, практическое применение. Дискретные элементы - реле, контакторы, переключатели.

4. Электронные элементы автоматики. Интегральные операционные усилители. Применение операционных усилителей в функциональных блоках агрегатных комплексов. Тиристоры. Основные характеристики и методы управления. Использование тиристоров в пусковых устройствах и усилителях для управления исполнительными механизмами. Назначение, принцип действия, особенности фотопреобразователей с внутренним фотоэффектом и вентильного типа (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры). Оптроны - назначение, принцип действия, применение в средствах автоматизации.

5. Основы теории расчета статических и динамических характеристик элементов пневмо- и гидроавтоматики. Пневматические и гидравлические сопротивления. Классификация дросселей и их характеристики. Пневматические и гидравлические камеры. Динамика проточных и глухих пневматических и гидравлических камер. Пневматические и гидравлические трубопроводы как системы с распределенными параметрами.

6. Элементы пневматических систем управления. Преобразователь типа «сопло-заслонка». Назначение, принцип действия, конструктивные разновидности. Агрегатные унифицированные системы. Элементы дискретной техники: реле сравнения, пневмоэлектрические и электропневматические преобразователи, клапаны. Элементы непрерывной техники: регулируемые и

нерегулируемые дроссели, повторители, элементы сравнения, усилители, сумматоры, умножители. Элементы управления и сигнализации: пневмотумблер, конечный выключатель, пневмок-нопка.

7. Промышленные регуляторы. Классификация регуляторов. Законы регулирования, структурные схемы промышленных регуляторов, их передаточные функции. Область нормальной работы регулятора. Реализация стандартных законов регулирования в цифровой форме.

8. Электрические регуляторы. Особенности и область применения. Приборные позиционные регуляторы. Программный регулятор. Пропорциональный регулятор (балансное реле). Агрегатные комплексы. Импульсный регулятор, принцип действия. Обобщенная структурная схема цифрового регулятора. Программируемые микропроцессорные контроллеры.

9. Исполнительные механизмы промышленных регуляторов. Классификация, требования. Пневматические, гидравлические, электрические исполнительные механизмы. Основы расчета.

10. Регулирующие органы. Классификация. Область применения, характеристики, основы расчета. Дроссельные, дозирующие регулирующие органы.

11. Контроллеры. Классификация. Особенности архитектуры. Процессоры контроллеров. Общая структура каналов ввода - вывода аналоговых и дискретных сигналов. Организация устройств связи с объектом. Особенности подключения цифровых датчиков и устройств к контроллерам.

12. Связь в стандартах RS232, RS485. Форматы посылок, протоколы. Промышленные сети. Архитектура, управление в сетях, методы доступа к каналу. Связь контроллеров в систему. Связь с локальными сетями предприятия.

13. Языки технологического программирования, стандарт IEC-1131-3. Понятие о SCADA-системах. Основные функции, структура SCADA-систем.

Тема 4. Системы автоматизации технологических процессов и производств

1. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы; задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии. Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями.

2. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП в отечественной химической промышленности.

3. Методы определения свойств и характеристик объектов. Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов.

4. Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: постановка задачи; основные качественные характеристики; методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества. Основные методы рас-

чета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР.

5. Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора. Синтез и расчет каскадных АСР. Основные структуры, принципы расчета каскадных АСР.

6. Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР с типовыми законами регулирования на объектах с запаздыванием. Свойства АСР с регуляторами Смита и Ресвика.

7. Регулирование многосвязных объектов. Синтез и расчет систем несвязанного регулирования многосвязных объектов. Синтез и расчет систем связанного регулирования многосвязных объектов. Основные типы структур и принципы расчета. Методики расчета компенсаторов.

Тема 5. Теория автоматического управления

1. Структурные схемы САУ. Передаточные функции, передаточные матрицы САУ. Частотные характеристики САУ.

2. Переходная и весовая характеристики САУ. Типовые звенья САУ и их характеристики.

3. Устойчивость САУ. Критерий устойчивости Гурвица. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Построение областей устойчивости.

4. Метод Д-разбиения. Критерий устойчивости Найквиста. Качество САУ. Прямые показатели качества.

5. Синтез последовательной коррекции. Синтез инвариантных САУ. Синтез наблюдающих устройств.

6. Метод фазовой плоскости. Метод припасовывания. Построение фазовых портретов. Устойчивость нелинейных систем.

7. Метод функций Ляпунова. Абсолютная устойчивость САУ. Частотный критерий абсолютной устойчивости В.М.Попова.

8. Метод гармонической линеаризации. Определение параметров автоколебаний. Устойчивость автоколебаний.

9. Дискретная передаточная функция разомкнутой импульсной системы. Дискретные передаточные функции замкнутой импульсной САУ. Устойчивость замкнутой импульсной САУ.

10. Алгебраический критерий устойчивости. Исследование устойчивости и синтез импульсной САУ на основе перехода к псевдочастоте. Синтез дискретных САУ методом пространства состояний.

Основная литература

1. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление / Н.С. Пискунов. – Том 1 и 2. – М.: Интеграл-пресс, 2003. – 416 с.

2. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1999. – 479 с.

3. Кривандин, В.А. Теплотехника металлургического производства. Т.1. Теоретические основы: Учебное пособие для вузов / В.А. Кривандин [и др.]. – М.: МИСиС, 2002.

4. Гусовский, В.Л. Современные нагревательные и термические печи / В.Л. Гусовский [и др.]. – М.: Теплотехник, 2007.

5. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Том I. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.:, Физматлит, 2002. – 222 с.

6. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Том VI. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2002. – 222 с.

7. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Том VIII. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2002. – 222 с.

8. Фрайден, П. Современные датчики / П. Фрайден. – М.: Техносфера, 2005.

9. Родионов, В.Д. Технические средства АСУ ТП / В.Д. Родионов, В.А. Терехов, В.Б. Яковлев; под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высш. шк., 1989. – 263 с.

10. Шандров, Б.В. Технические средства автоматизации: Учебник для вузов / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. – М.: Academia, 2010. – 368 с.

11. Иткина, Д.М. Исполнительные устройства систем управления в химической и нефтехимической промышленности / Д.М. Иткина. – М.: Химия, 1984. – 232 с.

12. Технические средства автоматизации химических производств: Справ. изд. / В.С. Балакирев, Л.А Барский, А.В. Бугров и др. – М.: Химия, 1991. – 272 с.

13. Елизаров, И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие / И.А. Елизаров, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Схиртладзе, С.В. Фролов. – М.: Машиностроение, 2004. – 180 с.

14. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических производств / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенков. – М.: Химия, 1982. – 295 с.

15. Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологических процессов / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2005. – 352 с.

16. Гутман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов / Т.Н. Гутман. – СПб.: Академкнига, 2008.

17. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб.: Профессия, 2003. – 768 с.

Дополнительная литература

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления / А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1986. – 616 с.

2. Эсбенсен, К. Анализ многомерных данных / К. Эсбенсен; сокр. пер. с англ. под ред. О. Родионовой. – М: Изд-во ИПХФ РАН, 2005. – 204 с.

3. Прохоров, В.А. Основы автоматизации контроля и управления качеством продукции химических производств / В.А. Прохоров. – М.: Химия, 1990. – 368 с.

4. Скотт Мюллер. Модернизация и ремонт ПК. – М.: Вильямс, 2011. – 1072 с.

5. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер. 2006. – 958 с.

6. Воронов, А.А. Теория автоматического управления / А.А. Воронов и др. – Т. 1, 2. – М.: Высшая школа, 1986. – 367с.; 504 с.

7. Основы теории автоматического управления / Под ред. Н.Б. Судзиловского. – М.: Машиностроение, 1985. – 512 с.

Вопросы для экзамена

1. Матрицы, действия над ними, ранг матрицы, миноры. Системы координат, векторная алгебра.

2. Функции одной переменной. Предел, непрерывность, производная.

3. Неопределенный и определенный интеграл. Приложения.

4. Функции нескольких переменных. Дивергенция, градиент, элементы теории векторного поля. Формула Тейлора.

5. Основные виды обыкновенных дифференциальных уравнений: в разделяющихся переменных, линейные первого порядка, с постоянными коэффициентами. Существование и единственность решения. Операторный метод решения дифференциальных уравнений.

6. Базовые понятия теории вероятностей и математической статистики – вероятность, математическое ожидание, функции распределения, нормальное распределение, дисперсия, корреляция.

7. Понятие температурного и концентрационного полей. Стационарные и нестационарные процессы. Виды процессов тепло - массопереноса (ТМП), их физическая природа.

8. Теплообмен – конвективный, радиационный, теплопроводностью.

9. Законы сохранения – энергия, импульс, момент импульса. Уравнения движения твердого тела.

10. Электростатическое поле проводников, плотность тока и проводимость. Магнитное поле.

11. ЭВМ: структура, базовый состав и основные характеристики, устройства ввода/вывода информации. Подключение внешних и внутренних устройств.

12. Компьютерные сети: типы сетей и топология сети, сравнительная характеристика топологий. Типы кабелей и их сравнительная характеристика.

13. Состав и структура локальных, централизованных систем автоматического контроля и регулирования, автоматизированных систем управления технологическими процессами.

14. Классы технических средств (устройства получения, передачи, преобразования, хранения и отображения информации, исполнительные механизмы, регулирующие органы).

15. Технические средства получения информации о значениях технологических параметров: классификация и принципы действия (на примере измерения любого параметра: температуры, давления, расхода, уровня и т.п.).

16. Промышленные регуляторы. Классификация регуляторов. Законы регулирования, структурные схемы промышленных регуляторов, их передаточные функции. Реализация стандартных законов регулирования.

17. Контроллеры. Классификация PLC. Особенности архитектуры и структура PLC. Критерии выбора PLC. Примеры PLC отечественного и зарубежного производства.

18. Методы стандартизации в производстве технических средств автоматизации. Государственная система приборов, ее особенности и принципы построения.

19. Связь в стандартах RS232, RS485. Протоколы. Промышленные сети. Архитектура, управление в сетях. Организация сети предприятия на базе PLC.

20. SCADA-система: стандартные и дополнительные функции, основные функциональные компоненты SCADA-систем. Требования к SCADA-системам, порядок создания экрана рабочей станции. Примеры SCADA-систем отечественного и зарубежного производства.

21. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Иерархическая структура системы управления предприятием, характеристика и задачи уровней системы. Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями.

22. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП на отечественных предприятиях горно-металлургической отрасли.

23. Свойства и характеристики металлургических объектов. Аналитический и экспериментальный методы определения характеристик и свойств объектов. Методики вывода передаточных функций объекта.

24. Динамические характеристики элементов (систем): дифференциальное уравнение, передаточная функция, временные характеристики и характеристики в частотной области. Теоретическое и экспериментальное построение характеристик.

25. Структурные схемы САУ. Виды соединения звеньев. Нахождение передаточной функции соединений. Правила структурных преобразований.

26. Классификация автоматизированных систем управления и регулирования (устойчивые/неустойчивые/нейтральные, астатические/статические,

линейные/нелинейные, стационарные/нестационарные, дискретные/ непрерывные и т.п.). Принципы построения АСР (разомкнутые, с обратной связью, комбинированного управления).

27. Нелинейные системы: понятие, особенности, методы исследования нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем.

28. Устойчивость линейных систем автоматического управления: понятие устойчивости, условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных систем.

29. Типовые воздействия, используемые при исследовании систем. Переходная и весовая характеристики САУ. Типовые звенья САУ и их характеристики.

30. Исследование качества процесса регулирования. Прямые и косвенные оценки качества.

Руководитель магистерской программы Т.В. Пискажова,
проф., д-р техн. наук

Приложение к программе

Критерии и параметры оценки письменного задания
на вступительном испытании при поступлении в магистратуру СФУ

Направление 27.04.04 «Управление в технических системах»
магистерская программа 27.04.04.02 «Автоматизация и управление техническими системами в металлургии»
(Институт цветных металлов и материаловедения)

Экзаменационный билет содержит три вопроса, из которых первый вопрос – из раздела «Базовые понятия математики» или «Частные вопросы физики»; второй вопрос – из разделов «Технические средства автоматизации», «Системы автоматизации технологических процессов и производств» или «Теория автоматического управления»; третий вопрос по выбору поступающего из выставленной на сайте программы вступительных испытаний. Третий вопрос может продемонстрировать индивидуальную увлеченность поступающего разделами и спецификой автоматизации.

Работа должна быть читаема, схемы и формулы должны быть различимы и понятны.

0 – 40 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. В ответе отражено менее 20% материала, предусмотренного заданием. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание материала, допущено много фактических ошибок, практически все данные, формулы, схемы либо искажены, либо неверны. Ответ не структурирован.
Понимание	Отсутствует понимание причинно-следственных связей в вопросах построения автоматизированных систем, отсутствует представление об основных вопросах физики и математики, заложенных в программу. Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины. Многочисленные ошибки в толковании терминов и использовании формул.
41 – 60 баллов	
Содержание и структура ответа	Содержание ответа соответствует теме задания. В ответе отражено 40-60% материала, предусмотренного заданием. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть ошибки в формулах.

	Ответ плохо структурирован, нарушена логика.
Понимание	Есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, формул, расшифровке аббревиатур. Несмотря на ошибки, присутствует понимание материала хотя бы на уровне причинно-следственных связей и словесных пояснений, если нет правильных формул и схем. Примеры, иллюстрации, расчеты не всегда соответствуют изложенному теоретическому материалу.
61- 80 баллов	
Содержание и структура ответа	В ответе отражено 60-80% материала, предусмотренного заданием. Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Демонстрируется знание фактического материала. Встречаются несущественные ошибки. Ответ в достаточной степени структурирован.
Понимание	Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. Продемонстрирована уместность употребления аббревиатур, толкований и др. Понимание материала выражается как в знании физических и математических основ вопроса, так и в умении записать свое понимание формулой или отобразить схемой. В ответе использованы адекватные иллюстрации, примеры, расчеты, справочные формулы и материалы.
81- 100 баллов	
Содержание и структура ответа	В ответе отражено более 80% материала, предусмотренного заданием. Ответ полностью соответствует теме задания. Допускаются мелкие ошибки, не искажающие сути вопроса. Ответ четко структурирован и выстроен в логике. Части ответа логически взаимосвязаны.
Понимание	В ответе продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом. Ошибки в употреблении терминов отсутствуют. В ответе представлено умелое использование категорий, терминов, формул, аргументированное изложение материала дисциплины. Понимание материала выражается как в знании физических и математических основ вопроса, так и в умении записать свое понимание формулой или

	отобразить схемой. Ответ дополнен необходимым количеством адекватных иллюстраций, примеров, расчетов.

Примечание:

1. Критерии и параметры оценки письменного задания применяются к оценке каждого вопроса экзаменационного билета не зависимо от количества вопросов. Итоговый балл, в случае нескольких вопросов, считается как среднее арифметическое.

2. В случае оценки одного из вопросов письменного задания (при наличии нескольких вопросов) «неудовлетворительно», количество баллов, выставленных за данный вопрос (0 – 40), в сумме баллов при выставлении итогового балла не учитывается.

Председатель экзаменационной комиссии Т.В. Пискажова