

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ



М. В. Нерода

2023 г.

Программа вступительного испытания  
для абитуриентов, поступающих в БрГТУ,  
для освоения содержания образовательной программы  
углубленного высшего образования

Специальность  
7-06-0713-04 «Автоматизация»

2023 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания для абитуриентов, поступающих для освоения содержания образовательной программы высшего образования II ступени по специальности 7-06-0713-04 «Автоматизация» разработана в соответствии с Кодексом Республики Беларусь «Об образовании», и правилами приема лиц для получения высшего образования II ступени.

Цель вступительного испытания заключается в оценке возможности освоения абитуриентами образовательной программы высшего образования II ступени (магистратуры).

Задачей вступительного испытания является комплексная проверка и оценка уровня теоретической подготовки абитуриентов в области автоматизации, полученной ими во время освоения образовательной программы I ступени.

Проверка знаний осуществляется по следующим разделам.

### Раздел 1. Теория автоматического управления

Тема 1. Основные понятия и определения.

Система автоматического управления (САУ), ее назначение и состав. Типы САУ. Система автоматического регулирования (САР), ее назначение и состав. Классификация САР.

Тема 2. Математическая модель физической системы.

Математическое описание линейных стационарных систем. Линеаризация характеристик звеньев системы. Понятие передаточной функции. Нули и полюсы передаточной функции. Формы записи передаточной функции. Свойства передаточной функции. Понятие пространства состояний. Уравнения состояния системы. Решение уравнений состояния. Взаимные преобразования моделей.

Тема 3. Временные и частотные характеристики систем.

Переходная функция системы. Импульсная переходная функция. Частотные характеристики систем. Логарифмические частотные характеристики. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев. Построение частотных характеристик разомкнутой системы.

Тема 4. Анализ устойчивости САР.

Понятие устойчивости в математической постановке. Анализ устойчивости на основе линейной модели. Теоремы Ляпунова. Свойства полиномов. Необходимое условие устойчивости. Критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Частотные методы анализа устойчивости. Принцип аргумента. Критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости системы по частотным характеристикам. Запасы устойчивости по модулю и фазе. Определение областей устойчивости. Методы

обеспечения устойчивости. Исследование устойчивости путем моделирования.

Тема 5. Анализ линейных САР частотными методами.

Частотный метод анализа качества. Связь между частотными характеристиками разомкнутой и замкнутой систем. Анализ качества по вещественной частотной характеристике. Анализ точности САР при медленно изменяющихся воздействиях. Статическое и астатическое регулирование. Оценка статической точности через коэффициенты ошибок.

Тема 6. Синтез САР в частотной области.

Формулировка требований к САР. Постановка задачи расчета САР. Типы корректирующих устройств. Типовые регуляторы. Последовательная коррекция характеристик изменением коэффициента усиления. Расчет регуляторов с опережением и отставанием по фазе. Проектирование ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов. Выбор типа регулятора.

## Раздел 2. Технические устройства автоматизации

Тема 1. Основные определения.

Классификация технических устройств автоматизации (ТУА). Современное состояние и тенденции развития ТУА.

Тема 2. Структура и функциональный состав ТУА.

Стандартизация ТУА, агрегатирование и унификация. Государственная система промышленных приборов (ГСП) и средств автоматизации. Функциональная структура ГСП.

Тема 3. Технические устройства для сбора информации.

Первичные измерительные преобразователи (датчики). Характеристики датчиков. Классификация датчиков. Датчики для измерения перемещения. Потенциометрический датчик. Индуктивные датчики. Емкостные датчики. Датчики температуры. Тензодатчики. Датчики для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Датчики давления и расхода жидкости и газа. Датчики влажности. Датчики силы. Массоизмерительные устройства. Тахогенераторы. Датчики светового потока. Импульсные и дискретные датчики. Измерительные схемы. Выходные сигналы датчиков. Нормирование информационных сигналов. Нормирующие преобразователи. Датчики с цифровым выходом.

Тема 4. Исполнительные механизмы и регулирующие органы.

Классификация исполнительных механизмов. Электромагниты постоянного и переменного токов. Электромагнитные муфты, электромагнитные клапаны, электромагнитные вентили. Выбор электромагнитных устройств. Электрические исполнительные двигатели постоянного и переменного тока. Регулирующие органы.

Тема 5. Промышленные регуляторы.

Назначение и функциональные возможности измерителей-регуляторов ТРМ. Структура измерителей-регуляторов, типы входов и выходов, используемые информационные сигналы. Преобразователи частоты (ПЧ). Подключение датчиков и исполнительных механизмов ко входам и выходам измерителей-регуляторов. Подключение внешних устройств ко входам и выходам ПЧ.

Тема 6. Релейно-контактная аппаратура.

Нейтральные реле постоянного и переменного тока. Устройство, принцип действия и характеристики реле. Контактторы, назначение и конструктивные особенности. Тепловые реле. Кнопочные, конечные и путевые выключатели. Переключатели. Автоматические выключатели. Герконы и реле на их основе. Бесконтактные коммутирующие элементы. Твердотельные реле.

Тема 7. Технические устройства пневмо- и гидро-автоматики.

Универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА). Область применения пневмопривода. Пневмоцилиндры. Пневмораспределители. Редукционные клапаны. Обратные клапаны. Дроссели. Фильтры и влагоотделители. Размерные ряды параметров устройств. Свойства и область применения гидропривода. Гидродвигатели поступательного, поворотного и вращательного действия. Гидронасосы. Гидрораспределители и гидроусилители. Редукционные, предохранительные и обратные клапаны. Дроссели. Фильтры. Гидроаккумуляторы. Размерные ряды параметров устройств.

Тема 8. Аппаратура отображения, сигнализации и регистрации.

Стрелочные и знаковосинтезирующие индикаторы, принцип действия, область применения. Устройства световой и звуковой сигнализации. Регистраторы сигналов.

### Раздел 3. Электронные устройства автоматики

Тема 1. Сигналы.

Основные определения. Детерминированные и случайные сигналы. Аналоговые и дискретные сигналы. Характеристики дискретных сигналов в современных средствах автоматики. Периодические сигналы. Спектры периодических сигналов. Энергетические параметры сигналов.

Тема 2. Усилители.

Операционные усилители. Схема электрическая принципиальная однокаскадного операционного усилителя. Неинвертирующие и инвертирующие схемы на операционном усилителе. Дифференциальные усилители на операционных усилителях. Измерительные усилители. Сумматоры.

Тема 3. Частотно-зависимые цепи

Пассивные фильтры. Классификация фильтров по амплитудно-частотной характеристике. Активные фильтры. Фильтры второго и высших

порядков. Метод синтеза фильтров высокого порядка последовательным соединением активных фильтров первого порядка. Фазовые фильтры.

#### Тема 4. Нелинейные цепи

Типовые виды статических характеристик нелинейных элементов. Компараторы. Логарифмические усилители. Экспоненциальные усилители. Реализация гиперболических функций. Реализация тригонометрических функций. Реализация степенной функции при помощи логарифматоров и применения экспоненциальных усилителей. Электронные ключи. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные ключи. Ключи на диодах. Ключи на биполярных транзисторах. Схемы электрические принципиальные, принцип действия. Ключи на полевых транзисторах. Интегральные ключи.

#### Тема 5. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи

Цифро-аналоговые преобразователи. Основные характеристики. Назначение. Схемы электрические принципиальные, принцип действия, расчет. Области применения. Характеристики. Основные характеристики современных цифро-аналоговых преобразователей в интегральном исполнении. Аналого-цифровые преобразователи. Назначение, характеристики. Преимущества и недостатки. Выбор разрядности аналого-цифровых преобразователей в зависимости от требуемой точности с учетом ошибки квантования. Выбор быстродействия аналого-цифровых преобразователей в зависимости от динамических свойств контура регулирования.

#### Тема 6. Электронные регуляторы

Пропорциональные регуляторы. Пропорционально-интегральные регуляторы. Пропорционально-дифференциальные регуляторы. Пропорционально-интегрально-дифференциальные регуляторы. Функциональные и электрические принципиальные схемы. Импульсные регуляторы. Техника реализации основных законов регулирования в импульсных регуляторах. Дискретные и программируемые регуляторы. Функциональные и электрические принципиальные схемы. Стабилизаторы напряжения и тока как контуры регулирования. Основные схемы. Принципы действия параллельных и последовательных стабилизаторов. Импульсные источники с использованием широтно-импульсной модуляции как импульсные регуляторы.

#### Тема 7. Силовые электронные устройства

Управляемые выпрямители. Учет анодной и катодной индуктивностей (режим непрерывных и прерывистых токов). Система импульсно-фазового управления тиристорами, схемная реализация основных блоков.

#### Тема 8. Защита электрических цепей.

Виды внешних воздействий. Схемы защиты электрических цепей от внешних воздействий. Системы защиты потребителей электрической энергии. Системы защиты линий связи. Гальваническая развязка

электрических цепей. Основные принципы выполнения гальванически развязанных цепей.

#### Раздел 4. Микропроцессорная техника систем автоматизации

##### Тема 1. Структура микропроцессора.

Назначение функциональных блоков микропроцессора. Запоминающие устройства. Арифметико-логическое устройство. Аккумулятор, счетчик команд, устройство управления, регистры. Классификация и основные характеристики микропроцессоров. Микроконтроллеры.

##### Тема 2. Управляющие устройства на основе микропроцессора.

Общие принципы построения управляющих устройств на основе микропроцессора. Структура управляющего устройства на основе микропроцессора. Функции, выполняемые цифровым вычислительным устройством. Требования к цифровому вычислительному устройству. Сопряжение микропроцессора с внешними устройствами. Особенности подключения измерительных устройств к микропроцессору. Передача управляющих сигналов микропроцессора на исполнительные устройства.

##### Тема 3. Работа с микропроцессорной системой.

Взаимодействие оператора с микропроцессорной системой. Перепрограммирование микропроцессоров. Языки программирования микропроцессоров. Защита микропроцессорных систем от внешних воздействий.

##### Тема 4. Программируемые логические контроллеры

Программируемый логический контроллер, его назначение и отличительные особенности. Подключение внешних устройств ко входам и выходам контроллера. Языки программирования стандарта МЭК 61131-3.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Теория автоматического управления.
  - 1.1. Система автоматического управления (САУ), ее назначение и состав. Типы САУ.
  - 1.2. Система автоматического регулирования (САР), ее назначение и состав. Классификация САР.
  - 1.3. Понятие передаточной функции. Нули и полюсы передаточной функции. Формы записи передаточной функции. Свойства передаточной функции.
  - 1.4. Понятие пространства состояний. Уравнения состояния системы. Решение уравнений состояния.
  - 1.5. Переходная функция системы. Импульсная переходная функция.

- 1.6. Частотные характеристики систем. Логарифмические частотные характеристики.
  - 1.7. Типовые динамические звенья. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев.
  - 1.8. Точность в установившемся режиме. Качество переходных процессов. Динамическая точность САР.
  - 1.9. Понятие устойчивости в математической постановке. Анализ устойчивости на основе линейной модели. Теоремы Ляпунова.
  - 1.10. Анализ точности САР при медленно изменяющихся воздействиях. Статическое и астатическое регулирование.
  - 1.11. Формулировка требований к САР. Постановка задачи расчета САР. Типы корректирующих устройств.
  - 1.12. Типовые регуляторы, их свойства и применение.
2. Технические устройства автоматизации.
    - 2.1. Классификация средств автоматизации.
    - 2.2. Универсальная система элементов промышленной пневмоавтоматики. Дискретные элементы пневмоавтоматики.
    - 2.3. Средства измерения технологических параметров, их классификация.
    - 2.4. Первичные измерительные преобразователи, основные характеристики. Измерительные схемы.
    - 2.5. Унифицированный электрический сигнал. Нормирующие преобразователи сигналов.
    - 2.6. Бесконтактные коммутирующие элементы, методы управления.
    - 2.7. Релейно-контактная аппаратура.
    - 2.8. Классификация исполнительных механизмов, области их применения.
    - 2.9. Управление пневматическими и гидравлическими исполнительными механизмами.
    - 2.10. Назначение, устройство и основные характеристики регулирующих органов.
    - 2.11. Аппаратура отображения, сигнализации и регистрации.
    - 2.12. Преобразователи частоты, области применения.
3. Электронные устройства автоматизации.
    - 3.1. Классификация электрических сигналов и их свойства.
    - 3.2. Пассивные фильтры, их классификация и характеристики.
    - 3.3. Активные фильтры, методы синтеза и реализация.
    - 3.4. Устройства с нелинейными характеристиками на операционных усилителях, их реализация.
    - 3.5. Ключевые схемы на диодах и транзисторах. Особенности работы активных элементов в ключевом режиме.

- 3.6. Цифро-аналоговые преобразователи, основные характеристики и назначение.
  - 3.7. Аналого-цифровые преобразователи, основные характеристики и назначение.
  - 3.8. Реализация основных типов регуляторов на элементах электроники.
  - 3.9. Схемы стабилизаторов напряжения и тока, принцип действия и характеристики.
  - 3.10. Управляемый выпрямитель с системой импульсно-фазового управления, принцип действия.
  - 3.11. Комбинационные схемы на интегральной логике. Синтез цифровых автоматов.
  - 3.12. Способы защиты электрических цепей от внешних воздействий, их практическая реализация.
4. Микропроцессорная техника систем автоматизации.
    - 4.1. Структура микропроцессора. Назначение функциональных блоков микропроцессора.
    - 4.2. Классификация и основные характеристики микропроцессоров.
    - 4.3. Построение управляющих вычислительных устройств на основе микропроцессора.
    - 4.4. Сопряжение микропроцессора с внешними устройствами.
    - 4.5. Особенности подключения измерительных устройств к микропроцессору.
    - 4.6. Передача управляющих сигналов микропроцессора на исполнительные устройства.
    - 4.7. Взаимодействие оператора с микропроцессорной системой.
    - 4.8. Перепрограммирование микропроцессоров.
    - 4.9. Языки программирования микропроцессоров.
    - 4.10. Защита микропроцессорных систем от внешних воздействий.
    - 4.11. Программируемый логический контроллер, его назначение и отличительные особенности.
    - 4.12. Подключение внешних устройств ко входам и выходам контроллера.



## Литература

1. Белов, М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов / М.П.Белов, В.А.Новиков, Л.Н.Рассудов. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.
2. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г.Г. Соколовский. – М.: Академия, 2006.
3. Петров, И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / И.В. Петров; под ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 256 с.
4. Соснин, О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.М. Соснин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 240 с.
5. Хазаров, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В.Г. Хазаров – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с.
6. Шандров, Б.В. Технические средства автоматизации: Учебник для вузов / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с..
7. Елизаров, И.А. Технические средства автоматизации. Программно-технические комплексы и контроллеры: Учебное пособие / И.А. Елизаров, Н.Ф. Ильинский, В.Ф. Козаченко. – М.: «Машиностроение», 2004. – 180 с.
8. Ткаченко, Ф.А. Электронные приборы и устройства: учебник для студ. вузов / Ф.А. Ткаченко. – Минск ; М. : Новое знание : ИНФРА-М, 2011. – 682 с.
9. Прянишников, В.А. Электроника: курс лекций / В.А. Прянишников. – СПб.: Корона принт, 2004. 416 с.
1. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М. : КНОРУС, 2013. – 800 с.
10. Г.В. Королев. Электронные устройства автоматики: Учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа – 1991. – 256 с., ил.
11. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с.
12. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. Н.Н. Евтихиева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Отметка в баллах	Показатели оценки
0 (нуль)	Отказ от ответа. Нет ответа.
1 (один)	Частичное изложение материала с большим количеством несущественных ошибок или наличие ошибок принципиального характера.
2. (два)	Не полный ответ по существу вопроса, или наличие ошибок не принципиального характера. Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала, наличие несущественных ошибок.
2,5 (два целых пять десятых)	Полный ответ по существу вопроса с необходимыми пояснениями, без существенных ошибок. Полное системное знание и изложение учебного материала, описание, как основ, так и деталей рассматриваемой темы, отсутствие ошибок по существу вопроса.

Экзаменационный билет содержит 4 вопроса (по одному из каждого раздела).

Каждый вопрос оценивается в баллах в соответствии с представленными критериями.

Оценка выполнения задания по экзаменационному билету производится по десятибалльной шкале и состоит из суммы баллов за каждый вопрос с последующим округлением полученного числа до ближайшего целого.