МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

УТВЕРЖДАЮ
Директор

ГЛОБИН АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
Подписано цифровой подписью: ГЛОБИН АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
Дата: 2026.03.31 12:02:39 +03'00'

А.Н. Глобин

«31» мата 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б1.О.27 Автоматика

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки Электрооборудование и электротехнологии

Факультет Энергетический

Кафедра Математика и биоинформатика

Форма обучения очная, заочная

Квалификация выпускника – бакалавр

Зерноград-2026

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1. ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «23» августа 2017 г. Приказ № 813.

2. Учебный план по профилю подготовки «Электрооборудование и электротехнологии» (год начала подготовки 2026), одобрен Учёным советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Протокол № 6 от «12» февраля 2026 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Автоматика» одобрена на заседании кафедры Математика и биоинформатика

Протокол № 8 от «23» марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент _____Н.Н. Грачева

Рабочая программа учебной дисциплины «Автоматика» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии по направлению подготовки 35.03.06 и 35.04.06 «Агроинженерия» энергетического факультета

Протокол № 5 от «27» марта 2026 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент _____Н.Е. Пономарева

Разработчик:
к.т.н., доцент _____ К.Н. Лебедев

Содержание

с.

1. Вводная часть 4
1.1. Цели освоения учебной дисциплины 4
1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ВО 4
1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций 5
2. Основная часть 6
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы 6
2.2. Содержание учебной дисциплины 8
2.2.1. Разделы (модули) учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля 10
2.2.2. Лабораторный практикум 12
1.2.3. Практические занятия 14
2.3. Самостоятельная работа студента 15
3. Образовательные технологии 16
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины 17
4.1.Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств 17
4.2. Примерные темы курсовых проектов 18
4.3. Примерные темы рефератов (эссе) 18
4.4. Тесты текущего контроля 18
4.4.1.Ключи к тестам 18
4.5. Тесты промежуточного контроля 19
4.5.1.Ключи к тестам 19
4.6. Варианты контрольных заданий (работ) 19
4.7. Вопросы к зачету 23
4.8. Вопросы к экзамену 25
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплин 27
5.1. Основная литература 27
5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы 28
5.4. Программное обеспечение учебного процесса 30
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся 30
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины 31
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины 33
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины

1. Вводная часть

1.1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Автоматика» являются формирование у студентов базовых профессиональных навыков по разработке, наладке, анализу и эксплуатации средств автоматизации сельскохозяйственного производства.

Задачами дисциплины являются**:**

– формирование знаний, умений и навыков, позволяющих обосновывать применение средств автоматизации сельского хозяйства;

– формирования навыков анализа автоматических систем управления оборудованием для производства, хранения и переработки продукции животноводства и растениеводства;

– формирование навыков проведения экспериментальных исследований в области автоматизации сельского хозяйства, в том числе с применением ПЭВМ;

– формирование знаний, умений и навыков по использованию классических и современных методов исследования в области автоматизации сельского хозяйства.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Автоматика» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин: «Информатика и цифровые технологии»; «Математика»; «Физика», «Электронная техника».

Освоение данной дисциплины необходимо для качественного освоения последующих дисциплин: «Системы управления электроприводами», «Эксплуатация электрооборудования и средств автоматизации», «Автоматизация технологических процессов».

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование универсальных и профессиональных компетенций (установленных самостоятельно), необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	Знать: технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов, принципы автоматического и автоматизированного управления и типовую организацию современных систем промышленной автоматизации, научнообоснованные методы их анализа и настройки. Уметь: составлять и читать схемы систем автоматики и автоматизации технологических процессов, применять технические средства автоматики и автоматизации технологических процессов с учетом научных рекомендаций по их настройке. Владеть: навыками использования технических средств автоматики и научно-обоснованных методов анализа и настройки технических средств автоматики и автоматизации технологических процессов.
		ОПК-4.2 Обосновывает применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	
ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Знать: экспериментальные и расчетные методы определения статических и динамических характеристик элементов автоматических и автоматизированных систем управления машинами и установками. Уметь: применять технические средства и математический аппарат для анализа элементов и систем управления технологическим оборудованием. Владеть: методами анализа характеристик элементов и систем автоматики и автоматизации технологических процессов, в том числе с применением ПЭВМ.
		ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ зач. единиц	Семестр № 5	Семестр № 6
Аудиторные занятия (всего)		92	32	60
В том числе				
Лекции (Л)		40	16	24
Практические занятия (ПЗ)		12	-	12
Семинары (С)		-	-	
Лабораторные работы		40	16	24
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		124	76	48
В том числе				
Курсовой проект (работа)	КП	-	-	-
	КР	-	-	-
Реферат (Реф)		-	-	-
Эссе		-	-	-
Практический рейтинг		-	-	-
Контрольная / Расчетная / Расчетно-графическая работа		-	-	-
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю		124	76	48
СРС в период промежуточной аттестации		-	-	36
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э)		З,Э	З	Э
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	252	108	144
	зач. единиц	7	3	4

Заочная форма обучения

Вид работы		Всего часов/ зач. единиц	Семестр № 6	Семестр № 7
Аудиторные занятия (всего)		24	12	12
В том числе				
Лекции (Л)		10	6	4
Практические занятия (ПЗ)		4	-	4
Семинары (С)		-	-	
Лабораторные работы		10	6	4
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		215	92	123
В том числе				
Курсовой проект (работа)	КП	-	-	-
	КР	-	-	-
Реферат (Реф)		-	-	-
Эссе		-	-	-
Практический рейтинг		-	-	-
Контрольная / Расчетная / Расчетно-графическая работа		-	-	-
Самоподготовка: проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю		215	92	123
СРС в период промежуточной аттестации		13	4	9
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э)		З,Э	З	Э
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	252	108	144
	зач. единиц	7	3	4

2.2. Содержание учебной дисциплины

Содержание разделов (модулей) учебной дисциплины

№ семестра очн. (заочн.)	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3	4
5 (6)	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	1.1. История развития технических средств автоматики. Основные понятия, термины и определения. Классификация технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1
		1.2. Датчики автоматики, виды первичных преобразователей. Измерение неэлектрических величин. Классификация датчиков неэлектрических величин.	
		1.3. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Устройства сопряжения с объектом (УСО).	
		1.4. Исполнительные устройства. Понятие исполнительных устройств. Регулирующие органы. Исполнительные механизмы.	
		1.5. Усилители в системах автоматизации производства. Транзисторные, тиристорные, операционные усилители.	
		1.6.Логические устройства управления. Релейно-контактные, электронные, микропроцессорные логические устройства. Назначение, способы программирования логических управляющих модулей. Коммутаторы и мультиплексоры.	
		1.7. Регуляторы автоматики. Аналоговые и цифровые регуляторы.	
		1.8. Понятие АСУ ТП. Управляющие вычислительные машины. Устройства с жесткой логикой, программируемые логические контроллеры, промышленные компьютеры. Передача данных в системах промышленной автоматизации	

1	2	3	4
6 (7)	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	2.1. Теория автоматического управления. Принципы построения систем автоматического управления (САУ). Функциональные схемы САУ.	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
		2.2. Характеристики и модели САУ. Статические характеристики. Динамические характеристики. Частотные характеристики. Свойства объектов управления	
		2.3. Структурные схемы САУ. Типовые динамические звенья. Виды соединений в структурных схемах и преобразование структурных схем к одноконтурному виду.	
		2.4. Анализ автоматических систем регулирования (АСР). Методы анализа устойчивости АСР. Показатели качества АСР.	
		2.5. Настройка автоматических регуляторов. Одноконтурные автоматические регуляторы: позиционные и непрерывные. Типовые законы регулирования. АСР с дополнительными сигналами.	
		2.6. Цифровые системы управления. Анализ цифровых систем. Квантование и восстановление непрерывных процессов. Устойчивость и показатели качества цифровых систем.	

2.2.1. Разделы (модули) учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
5	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	16	16	-	76	108	Устный опрос, оформление отчетов по лабораторным работам
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-	-	Зачет
6	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	24	24	12	48	108	Устный опрос, оформление отчетов по лабораторным работам, текущий контроль решения практических задач
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-	36	Экзамен
	Итого	40	40	12	124	252	

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
6	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	6	6	-	92	104	Устный опрос, оформление отчетов по лабораторным работам
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-	4	Зачет
7	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	4	4	4	123	135	Устный опрос, оформление отчетов по лабораторным работам,
	Промежуточная аттестация	-	-	-	-	9	Экзамен
	Итого	10	10	4	215	252	

2.2.2. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
5	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	1.1.Исполнительные механизмы и регулирующие органы 1.2.Индуктивные, трансформаторные, индукционные и емкостные датчики 1.3. Датчики температуры 1.4.Потенциометрические датчики 1.5.Реле автоматики 1.6.Датчики давления жидкостей и газов 1.7.Датчики усилий и деформаций 1.8.Программные (таймерные) устройств	2 2 2 2 2 2 2 2
6	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	2.1.Экспериментальное определение динамических характеристик объектов и элементов автоматических систем 2.2.Экспериментальное опередение показателей качества переходного процеса цифрового ПИД-регулятора 2.3.Исследование автоколебательных режимов и настройка релейных САР. 2.4.Преобразователи частоты для асинхроных электроприводов в системах промышленной автоматизации 2.5.Принципы построения и возможности распределеных АСУ ТП 2.6.Математическое моделирование динамических элементов на ПЭВМ 2.7.Математическое моделирование линейных АСР 2.8.Математическое моделирование АСР с ПИД-регуляторами 2.9.Настройка типовых регуляторов по методу Циглера-Никольса 2.10. Оптимизация параметров ПИД-регулятора по прямым оценкам показателя качества 2.11. Математическое моделирвание дискретных ПИД-регуляторов 2.12. Математическое моделирование релейных АСР	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
Итого			40

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
6	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	1.1.Исполнительные механизмы и регулирующие органы 1.2.Датчики температуры 1.3.Потенциометрические датчики	2 2 2
7	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	2.1.Экспериментальное опередение показателей качества переходного процеса цифрового ПИД-регулятора 2.2.Исследование автоколебательных режимов и настройка релейных АСР	2 2
Итого			10

1.2.3. Практические занятия

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
6	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	2.1.Разработка структурных функциональных схем автоматических систем регулирования	4
		2.2.Определение передаточной функции и структурной схемы элемента АСР на основе дифференциального уравнения	2
		2.3.Преобразование структурных схем к одноконтурному виду	2
		2.4.Построение амплитудно-фазовой частотной характеристики	2
		2.5.Исследование АСР на устойчивость при помощи критериев Гурвица и Михайлова	2
	Итого		12

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела (модуля) учебной дисциплины	Наименование практических занятий	Всего часов
7	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	2.1.Разработка структурных функциональных схем автоматических систем регулирования	2
		2.2.Определение передаточной функции и структурной схемы элемента АСР на основе дифференциального уравнения	2
	Итого		4

2.3. Самостоятельная работа студента

Виды СРС:

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
5	Раздел 1 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	76
	Зачет	-	-
	Итого		76
6	Раздел 2 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям, оформление отчетов.	48
	Экзамен	Изучение материалов литературных источников по дисциплине.	36
	Итого		84
Итого			160

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
6	Раздел 1 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов.	92
	Зачет	-	4
	Итого		96
7	Раздел 2 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	Проработка конспектов лекций, учебников и учебных пособий. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям, оформление отчетов.	123
	Экзамен	Изучение материалов литературных источников по дисциплине.	9
	Итого		132
Итого			228

3. Образовательные технологии

Очная форма обучения

№ семестра	Виды Учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
5	Лекции № 1.1–1.8	Классические лекции, проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 1.1-1.8	Активный эксперимент, физическая симуляция, программированное обучение	групповые, бригадные
6	Лекции № 2.1–2.12	Классические лекции, проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 2.1-2.12	Активный эксперимент, физическая симуляция, вычислительный эксперимент, математическое моделирование, программированное обучение	групповые, бригадные, индивидуальные
	Практические занятия 2.1-2.5	Решение практикоориентированных задач	групповые, индивидуальные

Занятия в интерактивной форме в объеме:

- лекции – 4 часа;
- практические – 8 часов

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды Учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
6	Лекции № 1.1–1.3	Классические лекции, проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 1.1-1.3	Активный эксперимент, физическая симуляция, программированное обучение	групповые, бригадные
7	Лекции № 2.1–2.2	Классические лекции, проблемное изложение	групповые
	Лабораторные работы № 2.1-2.12	Активный эксперимент, физическая симуляция, программированное обучение	групповые, бригадные, индивидуальные
	Практические занятия 2.1-1.2	Решение практикоориентированных задач	групповые, индивидуальные

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств,

обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);
- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины

4.1.Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
5	ТАт-1	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	Устный опрос (ВК), оформление отчетов по лабораторным работам	75	-
	ПрАт			Зачет	32	-
6	ТАт-2	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	Устный опрос (ВК), оформление отчетов по лабораторным работам	34	-
				Аудиторная письменная работа	54	284
	ПрАт			Экзамен	37	10

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
6	ТАт-1	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1	Раздел 1 «Технические средства автоматики и систем автоматизации технологических процессов»	Устный опрос (ВК), оформление отчетов по лабораторным работам	7	-
	ПрАт			Зачет	32	-
7	ТАт-2	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Раздел 2 «Автоматизация как способ поддержания режимов работы технологического оборудования»	Устный опрос (ВК), оформление отчетов по лабораторным работам	8	-
				Аудиторная письменная работа	2	124
	ПрАт			Экзамен	37	10

* ВК – входной контроль, ТАт – текущая аттестация, ПрАт – промежуточная аттестация

4.2. Примерные темы курсовых проектов

Не предусмотрены.

4.3. Примерные темы рефератов (эссе)

Не предусмотрены.

4.4. Тесты текущего контроля

Не предусмотрены

4.4.1.Ключи к тестам

Не предусмотрены

4.5. Тесты промежуточного контроля

Не предусмотрены

4.5.1.Ключи к тестам

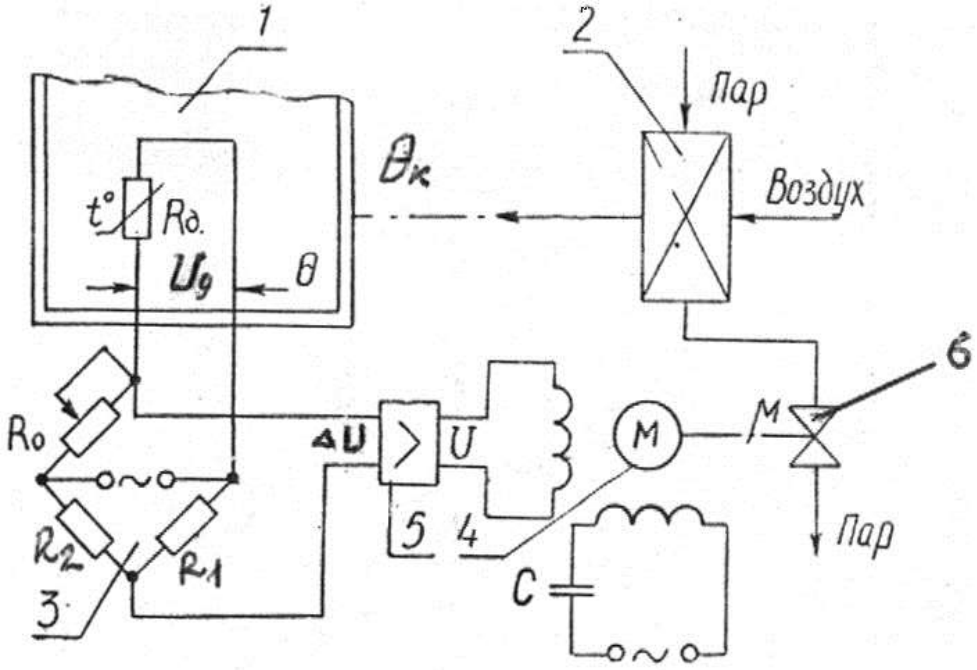
Не предусмотрены

4.6. Варианты контрольных заданий (работ)

– ***Разработать структурную функциональную схему автоматической системы регулирования температуры в помещении***

Схема, показанная на рисунке 1, представляет АСР температуры в помещении. Объектом регулирования (ОР) в данной системе является помещение, регулируемая величина которого – температура внутри помещения θ, регулирующее (управляющее) воздействие – температура воздуха $\theta_к$, поступающего из калорифера и возмущающее воздействие – изменения внешних факторов f (в общем случае изменение температуры атмосферного воздуха, его влажности, скорости ветра). При исследовании системы в качестве основного возмущения следует рассматривать изменение температуры окружающего воздуха.

Воспринимающим органом – ВО (датчиком, чувствительным элементом) в данной АСР является терморезистор R_q, включенный в мостовую схему, обеспечивающую с помощью резистора R_o задание необходимого значения температуры в помещении и выполняющей также функции сравнивающего органа – СО (элемента сравнения). Усиление сигнала разбаланса ΔU (сигнала рассогласования) измерительной мостовой схемы обеспечивается посредством усилителя. Усиленный сигнал U обеспечивает вращение двухфазного исполнительного двигателя, который изменяет величину перемещения клапана (заслонки) на трубопроводе подачи пара в калорифер, тем самым достигается изменение температуры воздуха на выходе калорифера – регулирующего воздействия на объекте регулирования.



1 – помещение; 2 – теплообменник (калорифер); 3 – измерительная мостовая схема; 4 – двухфазный исполнительный двигатель; 5 – дифференциальный магнитный усилитель; 6 – клапан (заслонка)

Рисунок 1 – Схема системы автоматического регулирования температуры в помещении

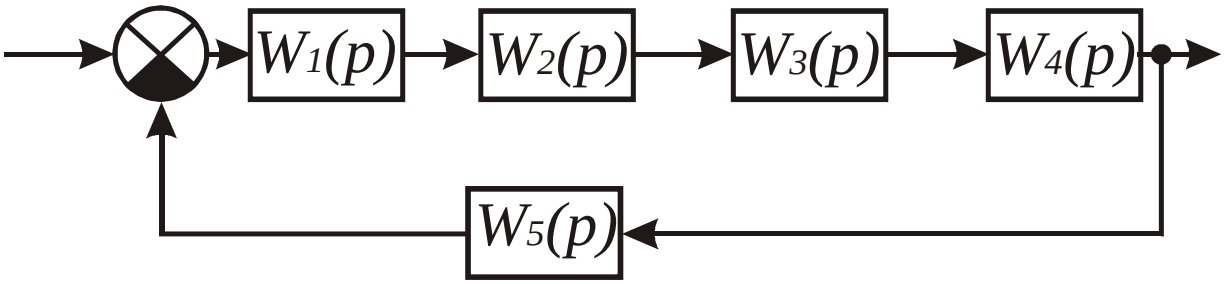
– ***По дифференциальному уравнению определить передаточную функцию и структурную схему элемента***:

$$T_2^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_2 \frac{dy}{dt} + y = k\left(T_3 \frac{dx}{dt} + x\right)$$

– ***По передаточной функции элемента найдите выражение АФХЧ и постройте ее график. Размерность постоянных времени T, T_1, T_2 в секунда***х.

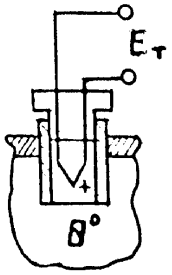
Передаточная функция	Вариант	Значения параметров	
		k	T
$W(p) = \frac{k}{Tp^2 + p}$	1	10	0,1
	2	9	0,2
	3	8	0,3
	4	7	0,4
	5	6	0,5
	6	5	0,6
	7	4	0,7
	8	3	0,8
	9	1	0,9
	10	8	0,1

– ***На основе заданной структурной схемы исследуйте АСР на устойчивость по одному из критериев или с помощью компьютерного моделирования. Произведите анализ качества АСР на основе результатов ее компьютерного моделирования.***



Передаточные функции	Вариант	Значения параметров							
		k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	T_3, с	T_4, с	b
$W_1(p)=k_1$	1	15	6	5	4	3	1	0,8	1,2
$W_2(p)=\frac{k_2}{p}$	2	14	7	3	5	10	9	3	0,8
	3	13	8	2	3	9	7	2	1,6
$W_3(p)=\frac{k_3}{T_3 p+1}$	4	12	9	1	2	8	3	1	2,0
	5	11	10	9	1	7	2	0,5	0,2
	6	10	5	8	9	6	4	3	0,7
$W_4(p)=\frac{k_4}{T_4^2 p^2+2bT_4 p+1}$	7	9	4	10	8	5	6	2	0,3
	8	8	3	4	7	2	5	3	0,5
	9	7	2	6	10	1	8	4	1,3
$W_5(p)=k_5$	10	6	1	7	6	4	10	6	0,9

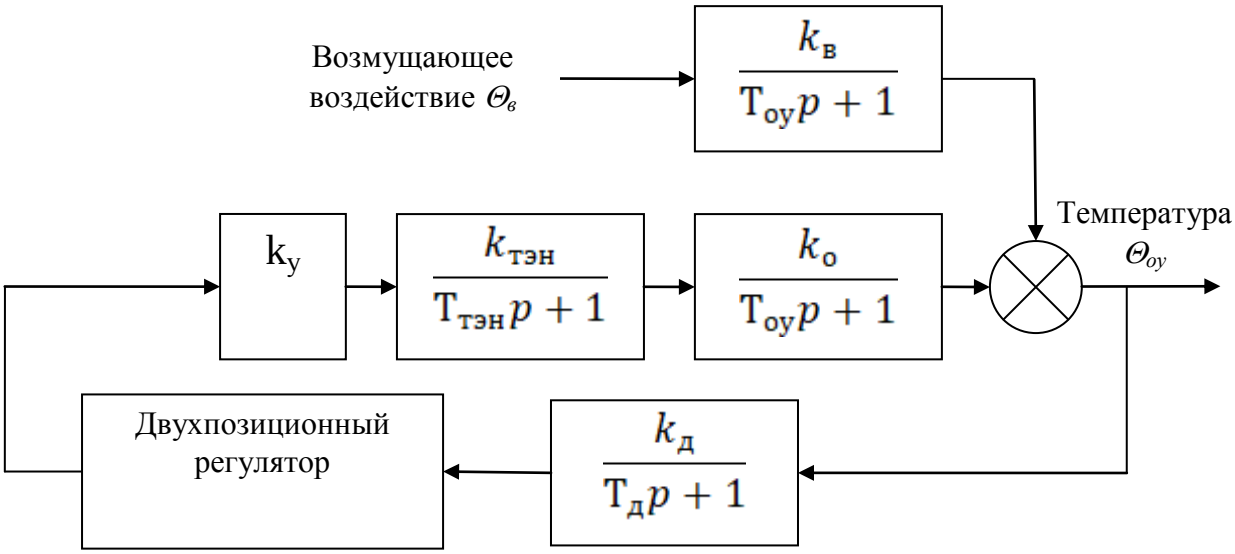
– ***Провести моделирование элемента автоматической системы регулирования в соответствии с заданным вариантом***

Вари-анты	Наименование эле-мента	Принципи-альная схема	Входная и выходная ве-личины	Передаточная функция
1	2	3	4	6
1	Термопара, помещен-ная в защитный ко-жух		Температура в объекте измере-ния θ^0. ЭДС на зажи-мах термопары E_x	$W(p)=\frac{E_m(p)}{\theta^0(p)}=\frac{k_{mn}}{T_{mn}p+1}$, где k_{mn} – коэффициент передачи; T_{mn} – постоянная време-ни термопары. k_{mn}=0,001В/^{0}С; T_{mn} = 7 с.

– ***По структурной схеме АСР, заданной преподавателем, проведите моделирование в среде SimInTech по исходным данным и оцените ее устойчивость. Путем изменения коэффициента передачи заданного преподавателем динамического звена определите его критическое значение и величины, при которых АСР устойчива и неустойчива***

– ***Произвести моделирование двухпозиционной системы автоматического регулирования:***

Для значительного количества нагревательных приборов применяется двухпозиционная Автоматическая система регулирования с использованием ТЭН. Если такая АСР реализуется на электронных компонентах, то в ней имеется двухпозиоционный электронный регулятор, датчик температуры, усилитель, необходимый для увеличения мощности электронного регулятора для управления ТЭН.



Структурная схема двухпозиционной АСР температуры

Пусть динамические свойства объекта управления (регулирования) описываются передаточными функциями:

- по регулирующему воздействию:

$$W_P(p)=\frac{k_0}{T_{оу}p+1},$$

- по возмущающему воздействию:

$$W_B(p)=\frac{k_в}{T_{оу}p+1},$$

где ko и k и – коэффициенты передачи объекта управления по регулирующему и возмущающему воздействиям,

Тоу – постоянная времени объекта управления.

Передаточная функция датчика:

$$W_{ВО}(p)=\frac{k_д}{T_д p+1},$$

где kд – коэффициент передачи датчика,

Тоу – постоянная времени датчика.

Передаточная функция усилителя:

WУО (p)= kу,

где kу – коэффициент передачи усилителя.

Передаточная функция ТЭН:

$$W_{ТЭН}(p)=\frac{k_{ТЭН}}{T_{ТЭН}p+1},$$

где kТЭН - коэффициент передачи ТЭН,

ТТЭН – постоянная времени ТЭН.

Исходные данные для моделирования двухпозиционной АСР

Вариант	$T_{оу,\ с}$	$T_{д,\ с}$	$T_{ТЭН,\ с}$	$k_о$	$k_в$	$k_д$ В/^{0}С	$k_у$	$k_{ТЭН}$ рад/В*с	$\theta_а$, ^{0}С	$\theta_{оу,}$ ^{0}С	
										$\theta_{оу}^{мин}$	$\theta_{оу}^{макс}$
1	600	10	100	0,14	1	0,1	44	2	-10	25	30
2	1140	9	64	0,12	0,9	0,09	40	1,6	-5	20	26
3	842	8,4	96	0,13	0,95	0,087	41	1,8	-15	18	25
4	590	7,6	108	0,15	0,97	0,095	39	2,1	-10	30	31
5	475	8,5	74	0,14	1,05	0,105	45	2,2	-5	21	23
6	987	12,8	124	0,15	1,07	0,11	44	2	-15	22	25
7	1200	15	69	0,11	1,1	0,108	40	2,3	-11	26	28
8	1050	11,7	75	0,145	0,87	0,094	39	2,1	-25	29	31
9	740	9,5	80	0,13	0,96	0,092	43	1,98	-18	21	27
10	810	21	130	0,16	1,02	0,12	42	1,95	-16	19	24

4.7. Вопросы к зачету

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Классификация технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1
2	Каково назначение исполнительных механизмов в САУ (САР)? Поясните на примере.	
3	Как классифицируются исполнительные механизмы в зависимости от потребляемой энергии и какова их область применения?	
4	Каков принцип работы электродвигательных исполнительных механизмов?	
5	Каков принцип работы электромагнитных муфт сухого трения и где они применяются?	
6	Каков принцип работы электромагнитных муфт скольжения (ЭМС) и где они применяются?	
7	Понятие датчика, генераторные, параметрические и механические преобразователи.	
8	Виды и принцип действия датчиков влажности воздуха и сыпучих веществ	
9	Каков принцип работы индуктивных датчиков?	
10	Каков принцип работы трансформаторных датчиков?	
11	Какова область применения индуктивных и трансформаторных датчиков?	
12	Какова область применения индукционных датчиков?	

1	2	3
13	Каков принцип действия емкостных датчиков? Какова область применения емкостных датчиков?	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1
14	Перечислите типы датчиков температуры, сравните их по преимуществам и недостаткам.	
15	Каков принцип работы манометрических датчиков температуры?	
16	Каков принцип работы биметаллических и дилатометрических датчиков и реле температуры?	
17	Каков принцип работы термоэлектрических датчиков температуры (термопар)?	
18	Каков принцип работы металлических терморезисторов?	
19	Что такое термистор и позистор и каковы их отличия?	
20	Каково назначение потенциометрических датчиков в системах автоматики? Каковы достоинства и недостатки потенциометрических датчиков?	
21	Виды и принцип действия датчиков усилий и деформаций	
22	Виды и принцип действия датчиков уровня жидких и сыпучих веществ	
23	Каков принцип работы электромагнитных реле?	
24	Каков принцип работы реле, построенного на основе геркона?	
25	Электромагнитное реле, как усилитель в схемах автоматики. Как вы это понимаете?	
26	Что такое «твердотельное реле»? Какие преимущества и недостатки имеют твердотельные реле по сравнению с электромагнитными реле?	
27	Для управления какими технологическими процессами сельскохозяйственного производства используются программные устройства?	
28	В чем отличие электронных программно-задающих устройств от электромеханических?	
29	Особенности, устройство и принцип действия микропроцессорных регуляторов.	
30	Понятие логического управления и логического автомата. В чем отличие программных автоматов от автоматов со схемной логикой? Понятие автомата с памятью.	
31	Понятие АСУ ТП. Управляющие вычислительные машины. Устройства с жесткой логикой, программируемые логические контроллеры, промышленные компьютеры.	
32	Технические средства передачи данных в системах промышленной автоматизации	

4.8. Вопросы к экзамену

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Что понимается под системой локальной автоматики, АСУ ТП и АСУ П?	ОПК-4.2
2	Основные принципы построения систем управления режимами работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов	ОПК-4.1 ОПК-4.2
3	Что такое объект управления; возмущающее, управляющее воздействия, управляемая величина?	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.2
4	Что такое автоматический регулятор? Принцип действия, назначение регуляторов.	
5	Схемы автоматики: функциональные и структурные.	
6	Что понимается под декомпозицией задач и систем автоматики?	
7	Понятие статического (установившегося) режима работы. Характеристики статического режима.	
8	Понятие динамического режима. Характеристики динамического режима.	
9	Преобразование дифференциального уравнения к алгебраическому виду. Понятие передаточной функции.	
10	Типовые входные воздействия. Понятие переходной и импульсной переходной характеристик.	
11	Понятие АЧХ, ФЧХ и АФЧХ.	
12	Преобразование структурных схем к одноконтурному виду. Эквивалентная передаточная функция участка структурной схемы при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев.	
13	Понятие самовыравнивания объекта управления.	
14	Понятие запаздывания в ОУ. Виды запаздываний. Переходные характеристики ОУ в зависимости от наличия емкостей и запаздываний. Понятия постоянных времени.	
15	Понятие типового динамического звена.	
16	Структурная схема объекта управления. Принцип суперпозиции.	
17	Понятие устойчивости АСР. Переходные характеристики устойчивых и неустойчивых АСР.	
18	Способы оценки устойчивости АСР.	
19	Критерий устойчивости Гурвица. Область применимости.	
20	Критерий устойчивости Михайлова. Область применимости.	
21	Определение области устойчивости АСР при помощи D-разбиения.	
22	Прямые показатели качества работы АСР единичные и интегральные.	
23	Косвенные показатели качества работы АСР.	
24	Типовые законы одноконтурных регуляторов непрерывного действия. Их особенности.	ОПК-4.2
25	Что понимается под оптимальными настройками автоматического регулятора?	
26	Понятие и принцип действия нелинейного позиционного регулятора.	

1	2	3
27	Условия выбора законов регулирования.	ОПК-4.2
28	Как зависят характеристики автоколебательного режима работы двухпозиционных автоматических регуляторов от параметров их настройки и возмущающего воздействия?	
29	Что понимается под оптимальным управлением? Что такое статическая и динамическая оптимизация?	
30	Что понимается под адаптивным управлением? Что такое идентификация ТОУ?	
31	Понятие АСР с дополнительными сигналами.	
32	Суть метода экспериментального определения динамических характеристик элементов автоматики.	ОПК-4.1
33	Цели компьютерного моделирования АСР	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.2
34	Определение параметров интегрирования при компьютерном моделировании АСР	
35	Суть численных методов оптимизации параметров регуляторов при помощи ПЭВМ.	
36	Цифровые системы управления. Анализ цифровых систем.	
37	Квантование и восстановление непрерывных процессов. Устойчивость и показатели качества цифровых систем.	

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИН

5.1. Основная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1	Лебедев К.Н.	Автоматизация управления технологическими процессами: учебное пособие.	Зерноград, АЧГАА, 2013. –. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия»	1, 2	40	10
2	Серебряков А. С., Семенов Д. А.	Основы автоматики: учебное пособие - [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430651	Княгино: НГИЭИ, 2012. - 200 с. : схем., табл., ил		+	-
3	Бородин И.Ф. Судник Ю.А.	Автоматизация технологических процессов	КолосС, 2004. -344 с. – (Учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)		100	-
4	Шишов О. В.	Современные средства АСУ ТП: учебник. - [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - Режим доступа: – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617234	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 532 с.		+	-

5.2. Дополнительная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров	
					В библиотеке	На кафедре
1	Лебедев К.Н.	Автоматизированные системы управления технологическими процессами: Учебное пособие. Рек. УМО.	Зерноград, АЧГАА, 2008. -117 с	1	24	10
2	Лебедев К.Н.	Автоматика: лабораторный практикум.	Зерноград: АЧИИ, 2017	1, 2	20	10
3	Лебедев К.Н., Карташов Б.А.	Автоматика: практикум	Зерноград: АЧИИ, 2019 – 103 с.	2	40	10

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы

https://e.lanbook.com/ - ЭБС «Лань»
https://biblioclub.ru/ - ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
http://elibrary.ru - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
http://www.cta.ru/ - Журнал "Современные технологии автоматизации" ("СТА").
http://www.mka.ru/ - Научно-технический журнал "Мир компьютерной автоматизации"
http://www.avtprom.ru/ - Журнал "Автоматизация в промышленности".
https://isup.ru Журнал «ИСУП» (Информатизация и системы управления в промышленности)
http://www.owen.ru/ - Сайт компании ОВЕН, производителя датчиков и приборов для нижнего и среднего уровня АСУ ТП. Журнал “Автоматизация и производство”.
http://www.metran.ru/ - Промышленная Группа "Метран" - ведущая российская компания по разработке, производству и сервисному обслуживанию интеллектуальных средств автоматизации
http://www.rtsoft.ru/ - ЗАО “РТСофт” – дилер средств промышленной автоматизации ведущих мировых производителей.

Информационные справочные системы и базы данных

http://asutp.ru - Интернет-ресурс, который предназначен для профессионалов, работающих в сфере автоматизации производства
http://www.retrolib.narod.ru/lib_bpa.html - Библиотека по автоматике

https://asutpforum.ru/index.php - Форум по промышленной автоматике, ориентированный на проектировщиков, инженеров, программистов, студентов и преподавателей, наладчиков, операторов и других технических специалистов

Информационные технологии

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

5.4. Программное обеспечение учебного процесса

LibreOffice
SimInTech

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	Вид самостоятельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	Изучение материала по учебникам и учебным пособиям	Лебедев К.Н.	Автоматизация управления технологическими процессами: учебное пособие. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия»	Зерноград, АЧГАА, 2013. – 154 с.
2		Серебряков А. С. Семенов Д. А.	Основы автоматики: учебное пособие	Княгино: НГИЭИ, 2012. - 200 с. : схем., табл., ил
3		Бородин И.Ф. Судник Ю.А.	Автоматизация технологических процессов	КолосС, 2004. -344 с. – (Учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)
4		Шишов О.В.	Современные средства АСУ ТП: учебник	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 532 с.
5	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	Лебедев К.Н.	Автоматика: лабораторный практикум.	Зерноград: АЧИИ, 2017. – 117 с.
6	Подготовка к практическим занятиям и решение задач	Лебедев К.Н., Карташов Б.А.	Автоматика: практикум	Зерноград: АЧИИ, 2019 – 103 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
5-203 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Монитор ЭЛТ Digital vision Pentium Dualcore E2200, 2Gb, 80Gb HDD Проектор Benq MP620p Экран для проектора Маркерная доска. Посадочных мест 22.
5-206 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория автоматизированных систем управления технологическими процессами. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели 1 ПЭВМ, 1 проектор Доска меловая. Посадочных мест 12.
5-211 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий, консультаций и курсового проектирования. Аудитория для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели 11 персональных компьютеров с процессорами типа Core i3, с тактовой частотой 3,3 Гц и оперативной памятью 8 Гб. Переносной комплект мультимедийного оборудования: проектор мультимедийный, экран на треноге (или настенный), ноутбук. Доска меловая. Посадочных мест 12.
5-218 Аудитория для семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория основы автоматики. Лаборатория автоматизации технологических процессов и системы автоматического управления. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Комплект учебной мебели Специализированные стенды для лабораторных работ по электромагнитным реле, потенциометрическим датчикам, электромагнитным датчикам, датчикам температуры, программным устройствам, системе контроля комбайнов «ДОН» и высевающих машин, двухпозиционных регуляторов. Устройства фирмы «Овен»: таймеры, регуляторы температуры и влажности, регуляторы уровня. Доска меловая. Посадочных мест 26.

1	2
2-252 Читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт. монитор Phillips 2205– 5 шт, монитор Samsung SyncMaster 923m - 10шт принтер Epson LX-1170 Посадочных мест 114
2-170а Отдел научно-технической и социально-гуманитарной литературы, МБА для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Имеется удаленный доступ к электронно-библиотечной системе «Лань» и ЭБС «Университетская библиотека онлайн». Ведётся медиатека – имеется 68 электронных изданий. Системный блок Core i3 540 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 1шт. Системный блок С2,8Ггц , 512 Mb, 160Gb HDD – 1 шт., монитор Samsung 920NW– 1 шт, монитор Phillips 2205– 1 шт, принтер HP LJ 1150 МФУ Kyocera Taskalfa 180 Посадочных мест 2 для самостоятельной работы , объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet
2-170б Электронный читальный зал для самостоятельной работы 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	Системный блок С2,8Ггц, 1 GB, 80 GB HDD – 1 шт. Системный блок С2,8Ггц, 512 МБ, 80 GB HDD – 9 шт. Монитор Samsung 920NW – 10 шт. Коммутатор Dlink – 1 шт. Сканер EPSON – 1 шт. Посадочных мест 10 для самостоятельной работы , объединенных в локальную сеть с выходом в сеть Internet.
Аудитория № **5-217** V корпуса – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №15/4.	Специализированная мебель и оборудование для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные работы	Изучить материал лабораторного практикума, после выполнения программы лабораторной работы оформить отчет
Практические занятия	Произвести анализ задания, используя рекомендованную литературу разработать структурную и принципиальную схемы, произвести необходимые расчеты
Контрольная работа / индивидуальные задания	Изучить материал основной и дополнительной литературы, включая материалы рекомендованных сайтов Internet, являющийся основополагающим в рамках дисциплины. Выполнить задания, ориентируясь на приведенные в методических материалах примеры
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу