

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 02.12.2025 14:52:48

Уникальный идентификатор документа:

3097681b3a865f6b27027e8e64c5f15ba3ab904



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института
механики и энергетики
имени В.П. Горячкина



А.Г. Арженовский

“23” *нояб* 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.21 «Автоматика»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Инжиниринг теплоэнергетических систем

Курс – 2

Семестр – 4

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Андреев С.А., д.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, учёное звание)

(подпись)

«20» июня 2025 г.

Рецензент: Лештаев О.В., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«20» июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина
протокол № 10 «20» августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института механики и энергетики имени В.П. Горячкина
д.т.н., профессор, Дидманидзе О.Н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 05 «20» июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
электроснабжения и теплоэнергетики
имени академика И.А. Будзко Нормов Д.А., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«20» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Зам. директора ЦНБ

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	16
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	18
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	25
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	27
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	28
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	32
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	33

Аннотации

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.21 «Автоматика» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленности Инжиниринг теплоэнергетических систем

Цель освоения дисциплины формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области автоматизации сельскохозяйственного производства, формирование у обучающихся способности:

- применять соответствующий физико-математический аппарат для определения показателей работоспособности систем автоматического управления;
- применять методы анализа и моделирования для определения переходных процессов в инерционных системах;
- применять результаты теоретического и экспериментального исследования для синтеза оптимальных систем автоматического управления.

Применение базовых знаний современных цифровых технологий, развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, eLibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленности Инжиниринг теплоэнергетических систем.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируется следующая компетенция (индикаторы достижения компетенции): ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5).

Краткое содержание дисциплины: Общие сведения о системах и элементах автоматизации. Основные понятия и определения автоматизации. Понятия автоматизации и автоматизации технологических процессов. Основы теории автоматического управления. Типы и виды схем САУ. Классификация САУ. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев. Математическое описание систем автоматического управления. Устойчивость САУ и методы ее оценки. Качество процесса управления. Технические средства автоматизации. Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации. Датчики параметров технологических процессов. Задающие, сравнивающие и усиливающие устройства. Автоматические регуляторы. Исполнительные механизмы и регулируемые органы. Логические системы автоматического управления

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часа / 3 з.ч. ед.
Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Автоматика» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области автоматизации сельскохозяйственного производства, формирование у обучающихся способности:

- применять соответствующий физико-математический аппарат для определения показателей работоспособности систем автоматического управления;
- применять методы анализа и моделирования для определения переходных процессов в инерционных системах;
- применять результаты теоретического и экспериментального исследования для синтеза оптимальных систем автоматического управления.

Применение базовых знаний современных цифровых технологий, развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, eLibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Автоматика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Автоматика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 Электроэнергетика и теплотехника, направленности Инжиниринг теплоэнергетических систем.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Автоматика» являются: высшая математика (1 курс, 1-2 семестры), физика (1 курс, 1-2 семестры), информатика (1 курс, 1 семестр), цифровые технологии в инженерии (1 курс, 2 семестр), теория вероятности (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Автоматика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: системы отопления и вентиляции (4 курс, 7 семестр), тепломассообменное оборудование предприятий (4 курс, 8 семестр), электро-технологии (4 курс, 8 семестр), энергосбережение в теплоэнергетике и тепло-технологии (4 курс, 8 семестр).

Данная дисциплина «Автоматика» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Автоматика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представленные в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины					
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её частей)	Индикаторы компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:	Таблица 1
1	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.4 доказывает понимание основ автоматического управления и регулирования; современное программное обеспечение: Excel, Word, PowerPoint, AutoCad, Mathcad, Minitab, R и др.	основы теории автоматического управления и регулирования; использовать современное программное обеспечение: Microsoft Office Excel, Word, PowerPoint, Minitab, R и др.	применять основные законы теории автоматического управления при решении задач энергообеспечения предприятий АПК
			ОПК-3.5 выполняет моделирование систем автоматического регулирования тепловых процессов; современное программное обеспечение: Excel, Word, PowerPoint, AutoCad, Minitab, R и др.	основы физического и математического моделирования систем автоматического регулирования тепловых процессов; применение современного программного обеспечения: Excel, Word, PowerPoint, AutoCad, Minitab, R и др.	применять физическое и математическое моделирование при решении задач термодинамики; применять современное программное обеспечение: Excel, Word, PowerPoint, AutoCad, Minitab, R и др.
					методы анализа и синтеза систем автоматического управления при решении задач энергообеспечения предприятий АПК; навыки обработки и интерпретации полученных результатов с помощью программного продукта Excel, Word, PowerPoint, Minitab, R и др.
					методы проведения физического и математического моделирования при решении задач термодинамики; использование современного программного обеспечения: Excel, Word, PowerPoint, AutoCad, Minitab, R и др.
					навыки предоставления информации в различных формах: графической (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители)

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре № 4 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	семестр № 4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:		
Аудиторная работа	50,4	50,4
в том числе:	50,4	50,4
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	16	16
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,6	57,6
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	18	18
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материалов учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)	3,6	3,6
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (указательно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие сведения о системах и элементах автоматизации»	3	2				1
Раздел 2 «Основы теории автоматического управления»	40	6	8	8		18
Раздел 3 «Технические средства автоматизации»	26,6	8	8	8		2,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
консультации перед экзаменом	2				2	
Подготовка к экзамену (контроль)	36					36
Всего за 4 семестр	108	16	16	16	0,4	57,6
Итого по дисциплине	108	16	16	16	0,4	57,6

Раздел 1 «Общие сведения о системах и элементах автоматизации»

Тема 1. Понятия автоматизации и автоматизации технологических процессов

Предмет, задачи, структура и содержание дисциплины. Основные понятия и определения автоматизации. Терминология автоматизации. Основные этапы развития автоматизации. Общие сведения о системах и элементах автоматизации. Проблемы, перспективы и особенности автоматизации сельскохозяйственного производства. Социальные, экономические и экологические аспекты развития автоматизации.

Раздел 2 «Основы теории автоматического управления»

Тема 1. Типы и виды схем САУ. Классификация САУ

Типы и виды схем систем автоматического управления (САУ). Принципиальные, функциональные и структурные схемы. Внутренние и внешние воздействия в САУ. Классификация САУ. Замкнутые и разомкнутые САУ. Классификация замкнутых САУ по принципу формирования управляющего воздействия. Системы автоматического управления по отклонению, возмущению и комбинированные. Аналоговые и цифровые сигналы. Системы автоматического управления непрерывного и дискретного действия. Особенности цифрового управления процессами. Автоматизация управления типовыми объектами сельскохозяйственного производства.

Тема 2. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев

Статические и динамические звенья САУ. Линейные, квазILINEйные и дискретно-нелинейные статические звенья САУ. Математическое описание звеньев. Способы графического и аналитического описания динамических звеньев. Графики переходных процессов и весовых функций. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Частотные характеристики звеньев.

Тема 3. Математическое описание систем автоматического управления

Математическое описание систем автоматического управления. Правила и формулы преобразования структурных схем САУ. Передаточные функции по задающему и возмущающему воздействиям. Упрощение структурных схем. Частотные характеристики САУ.

Тема 4. Устойчивость САУ и методы ее оценки

Понятие устойчивости САУ. Устойчивость САУ как показатель их работоспособности. Экспериментальный и теоретические методы оценки устойчивости САУ. Метод Ляпунова в оценке устойчивости линейных САУ. Определенные устойчивости САУ по критериям: Вышнеградского, Гурвица, Рауса и Михайлова. Запас устойчивости. Определение областей устойчивости.

Тема 5. Качество процесса управления

Качество работы САУ в установившемся и переходном режимах. Определение качества работы САУ по графикам переходных процессов. Интегральные показатели качества. Коэффициенты ошибки: в установившемся режиме, по скорости и по ускорению. Влияние параметров звеньев системы на качество работы САУ. Способы повышения качества процесса управления. Параметрическая и структурная коррекция САУ.

Раздел 3 «Технические средства автоматики»

Тема 1. Классификация технических средств автоматики. Датчики автоматики

Классификация технических средств автоматики. Характеристики технических средств автоматики и требования к ним. Функции и структура датчиков.

Датчики автоматики, их структура и классификация. Генераторные и параметрические датчики. Датчики непрерывного и дискретного действия. Основные требования к датчикам автоматики. Выбор датчиков.

Тема 2. Датчики параметров технологических процессов

Датчики уровня жидкостей и сыпучих материалов. Датчики усилий и перемещений. Датчики линейных и угловых скоростей. Датчики давления. Датчики температуры и влажности. Датчики оптических величин. Датчики состава и свойств веществ. Выбор датчиков.

Тема 3. Задающие, сравнивающие и усиленные устройства

Компараторы и блокинг-генераторы. Усилители автоматики. Полупроводниковые, электромагнитные и электромашины усилители.

Тема 4. Автоматические регуляторы

Виды регуляторов. Регуляторы непрерывного действия. Законы регулирования: П, ПИ, ПИД- (пропорциональный, пропорционально-интегральный и пропорционально-интегрально-дифференциальный законы). Позиционные регуляторы, позиционные (2-х и 3-х позиционные) законы.

Программируемые контроллеры. Устройства связи с объектом управления. Основы телемеханики. Телесигнализация, телеконтроль и телеуправление. Выбор регуляторов.

Тема 5. Исполнительные механизмы и регулирующие органы

Классификация исполнительных механизмов и регулирующих органов. Характеристики и выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов.

Тема 6. Логические системы автоматического управления

Основы алгебры логики. Законы алгебры логики и их следствия. Логические элементы. Правила составления и упрощения логических систем управления. Преобразование релейно-контактных схем управления на бесконтактную основу.

4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторных работ/практических занятий и

контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Общие сведения о системах и элементах автоматики	Тема 1. Лекция №1	ОПК-3 (ОПК-3.4)		2
	Понятия	Основные понятия и опреде-			2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	автоматики и автоматизации технологических процессов	Лекция №1. Терминология автоматики. Общие сведения о системах и элементах автоматики. Проблемы, перспективы и особенности автоматизации с.х. производства (мультимедиа-презентация) Power Point	ОПК-3.5)		22
2.	Раздел 2. Основы теории автоматического управления	Тема 1. Типы и виды схем САУ. Классификация САУ. Лекция №2 Типы и виды схем систем автоматического управления (САУ). Принципиальные, функциональные и структурные схемы. Классификация САУ. Замкнутые и разомкнутые САУ. (лекция -визуализация).	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		1
	Практическое занятие №1. Составление функциональной схемы САУ температуры теплоносителя в шахтной зерносушилке. Mentiimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени		2
	Лабораторная работа №1. Компьютерное исследование разомкнутой системы автоматического управления. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы		2
	Лабораторная работа №2. Компьютерное исследование замкнутой системы автоматического управления. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы		2
	Тема 2. Статические и динамические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев САУ. Математическое описание звеньев	Лекция №2. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев. Частотные характеристики (лекция-визуализация).	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		1
	Практическое занятие №2. Решение задач на составление дифференциальных уравнений и передаточных	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос. Тестирование, решение задач в условиях		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		функции звоняев. Mentimeter		оценивание времени	
		Лабораторная работа № 3. Моделирование замкнутой линейной системы автоматического управления на примере синхронного генератора. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4. Моделирование замкнутой системы автоматического управления температурой в термической камере. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы	2
Тема 3.	Математическое описание систем автоматического управления. Правила и формулы преобразования структурных схем САУ. Упрощение структурных схем. (лекция-беседа) Mentimeter	Лекция № 3.. Математическое описание систем автоматического управления. Правила и формулы преобразования структурных схем САУ. Упрощение структурных схем. (лекция-беседа) Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		2
		Практическое занятие № 3. Изучение частотных характеристик систем. Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос	2
Тема 4.	Устойчивость САУ и методы ее оценки. Экспериментальные и теоретические методы оценки устойчивости САУ. Метод Ляпунова. Критерии: Вышнеградского, Гурвица, Рауса и Михайлова (с мультимедиа-элементами)	Лекция №4. Устойчивость САУ и методы ее оценки. Экспериментальные и теоретические методы оценки устойчивости САУ. Метод Ляпунова. Критерии: Вышнеградского, Гурвица, Рауса и Михайлова (с мультимедиа-элементами)	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		1
		Практическое занятие №4. Решение задач на определение устойчивости САУ по критерию Вышнеградского, критерию Гурвица, критерию Рауса, критерию Михайлова. Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	1
Тема 5.	Качество	Лекция №4. Качество работы САУ в уста-	ОПК-3 (ОПК-3.4,		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	процесса управления.	новимся и переходном режимах. Определение качества работы САУ по графикам переходных процессов. Интервальные показатели качества. (с мультимедиа-элементами)	ОПК-3.5		
		Практическое занятие №4. Решение задач по определению качества работы САУ по коэффициентам ошибок. Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	1
3.	Раздел 3. Технические средства автоматизации				24
	Тема 1. Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации. Средства автоматизации. Датчики автоматизации	Лекция №5. Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации, их структура и классификация. Основные требования к датчикам автоматизации. Выбор датчиков. (мультимедиа-презентация) Power Point	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		2
		Практическое занятие №5. Датчики автоматизации и их характеристики. Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Тестирование, устный опрос	2
	Тема 2. Датчики параметров технологических процессов	Лекция №6. Датчики параметров технологических процессов. (мультимедиа-презентация) Power Point	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		2
		Лабораторная работа № 5. Исследование характеристик датчиков уровня жидкости и сыпучих материалов. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы	2
		Практическое занятие № 6. Датчики параметров технологических процессов. Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос	1
	Тема 3. Задающие, сравняющие и усиливающие устройства и усилитель-усилитель	Лекция. №7. Задающие, сравнивающие и усиливающие устройства. (лекция-беседа) Mentimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ные устройства	Лабораторная работа № 6. Исследование параметров электромагнитных реле и магнитных пускателей. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы	4
Тема 4. Автоматические регуляторы	Лекция. № 7. Автоматические регуляторы. (лекция-беседа) Menimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)			1
	Практические занятия №6, № 7. Автоматические регуляторы. Выбор автоматических регуляторов. Menimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос		2
Тема 5. Исполнительные механизмы и регулирующие органы	Лекция №8. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Классификация исполнительных механизмов и регулирующих органов. (с мультимедиа-элементами)	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)			1
	Практическое занятие №7 Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов Menimeter	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос		1
Тема 6. Логические системы автоматического управления	Лекция №8. Использование логических элементов в автоматических устройствах. (с мультимедиа-элементами)	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)			1
	Лабораторная работа № 7. Компьютерное исследование режимов работы цифровых модулей в составе беспроводных информационных сетей. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Защита лабораторной работы		2
	Практическое занятие № 8. Логические системы автоматического управления. Использование логических элементов в автоматических устройствах.	ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5)	Устный опрос. Решение задач в условиях ограничения времени		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Решение задач на составление и упрощение алгебры работы реле и контактных схем. Menimeter			

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Общие сведения о системах и элементах автоматизации		
1.	Тема 1. Понятия автоматизации и автоматизации технологических процессов	Проблемы, перспективы и особенности автоматизации сельскохозяйственного производства (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
Раздел 2. Основы теории автоматического управления		
1.	Тема 1. Типы и виды схем САУ. Классификация САУ	Особенности цифрового управления процессами. Автоматизация управления типовыми объектами сельскохозяйственного производства. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
2.	Тема 2. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев	Математическое описание звеньев. Дифференциальные уравнения и передаточные функции. Взаимосвязь дифференциальных уравнений и передаточных функций. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
3.	Тема 3. Математическое описание систем автоматического управления	Построение графиков переходного процесса замкнутых систем. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
4.	Тема 4. Устойчивость САУ и методы ее оценки	Особенности определения устойчивости систем с элементами трансопторного запаздывания. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
5.	Тема 5. Качество процесса управления	Определение качества работы САУ по величине погрешности коэффициента декремента затухания. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
Раздел 3. Технические средства автоматизации		
6.	Тема 1. Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации	Требования к статическим характеристикам датчиков. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
7.	Тема 2. Датчики параметров технологических процессов	Датчики скорости изменения температуры и влажности. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
8.	Тема 3. Задающие, сравняющие и усилительные устройства	Усилители автоматизации. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
9.	Тема 4. Автоматические регуляторы.	Программируемые контроллеры. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
9.	Тема 5.	Регулирующие органы расхода жидких сред.

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Исполнительные механизмы и регулирующие органы.	(ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))
10	Тема 6. Логические системы автоматического управления	Составление алгоритма управления по заданной релейно-контактной схеме. (ОПК-3 (ОПК-3.4, ОПК-3.5))

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Автоматика» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов;
- цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Основные понятия и определения автоматизации. Терминология автоматизации. Общие сведения о системах и элементах автоматизации. Проблемы, перспективы и особенности автоматизации с.х. производства.	Л Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
2	Типы и виды схем систем автоматического управления (САУ). Принципиальные, функциональные и структурные схемы. Классификация САУ. Закрытые и разомкнутые САУ.	Л. Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
3	Статические и динамические	Л Технология проблемного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
4.	Математическое описание систем автоматического управления. Правила и формулы преобразования структурных схем САУ. Упрощение структурных схем.	Л. Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter.
5.	Устойчивость САУ и методы ее оценки. Экспериментальные и теоретические методы оценки устойчивости САУ. Метод Ляпунова. Критерии: Вышнеградского, Гурвица, Рауса и Михайлова.	Л Информационно-коммуникационная технология (с мультимедиа-элементами)
6.	Качество работы САУ в установившемся и переходном режимах. Определение качества работы САУ по графикам переходных процессов. Интегральные показатели качества.	Л Информационно-коммуникационная технология (с мультимедиа-элементами)
7.	Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации, их структура и классификация. Основные требования к датчикам автоматизации. Выбор датчиков.	Л Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) Power Point
8.	Составление функциональной схемы САУ температурных теплоносителей в шахтной зерносушилке.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
9.	Решение задач на составление дифференциальных уравнений и передаточных функций звеньев.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
10.	Решение задач на определение устойчивости САУ по критерию Вышнеградского, критерию Гурвица, критерию Рауса, критерию Михайлова.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
11.	Решение задач по определению качества работы САУ по коэффициентам ошибок	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
12.	Логические системы автоматического управления. Ис-	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
13.	Компьютерное исследование разомкнутой системы автоматического управления	время)
14.	Моделирование замкнутой линейной системы автоматического управления на пражеском.	Технология проблемного обучения
15.	Исследование характеристик датчиков уровня жидкости и сыпучих материалов.	Технология проблемного обучения
16.	Исследование параметров электромагнитных реле.	Технология проблемного обучения
17.	Компьютерное исследование режимов работы цифровых модулей в составе беспроводных информационных сетей.	Технология проблемного обучения

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Автоматика» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени, защиту лабораторных работ, выполнение тестовых заданий, выполнение расчетно-графической работы.

Промежуточный контроль знаний: экзамен.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Автоматика» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу; развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Яндекс, eLibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Для выполнения расчетно-графической работы студенту следует изучить теоретический материал.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носит расчетно-графический характер и выполняется с использованием программ КОМПАС или AutoCad.

Оформляется расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

В конце расчетно-графической работы необходимо дать перечень использованной литературы.

Примерные темы расчетно-графической работы:

1. Система автоматического регулирования температурой теплоносителя в шахтной зерносушилке.
2. Система автоматического регулирования давления в ресивере.
3. Система автоматического управления температурой в камере инкубатора.
4. Система автоматического регулирования угловой скоростью электродвигателя.
5. Система автоматического регулирования уровня воды в резервуаре.
6. Система автоматического регулирования напряжения генератора.
7. Система автоматического регулирования высотой среза растений кукурузоуборочным комбайном.
8. Система автоматического регулирования температурой воздуха в печи.
9. Система автоматического управления глубиной вспашки.
10. Система автоматического регулирования угловой скоростью гидротурбины.
11. Автоматизация зерноочистительного комплекса.
12. Система автоматического управления частотой вращения вала насоса высокого давления в дизельном двигателе.
13. Система автоматического регулирования микроклиматом в животноводческом помещении.
14. Система автоматического регулирования загрузки зернодробилки.
15. Система автоматического регулирования угловой скоростью колесного вала дизельного двигателя.
16. Система автоматического регулирования температурой воздуха в теплице.
17. Система автоматического поддержания уровня жидкости.

18. Система автоматического регулирования угловой скоростью вращения вала электродвигателя постоянного ток.
19. Система автоматического управления температурой воздуха в картофелехранилище.
20. Система автоматического управления вентиляцией в животноводческом помещении.
21. Автоматизация процесса приготовления растворов минеральных удобрений для гидронежной теплицы.
22. Автоматизация оборудования для приготовления травяной муки.
23. Автоматизация управления температурой в установке для сушки древесины.
24. Автоматизация управления установкой для энергосберегающего охлаждения молока.
25. Автоматизация процесса пастеризации молока.

Задания для выполнения расчетно-трафической работы:

1. По заданной принципиальной схеме системы автоматического управления составить:
 - функциональную схему САУ;
 - структурную схему САУ.
2. Определить передаточную функцию системы по задающему воздействию.
3. Определить устойчивость САУ с помощью критериев.
4. Выполнить расчет показателей качества работы САУ.
5. Составить и проанализировать компьютерную модель САУ.

- 2) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

По разделу 2. Основы теории автоматического управления

Тема 2. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев

Лабораторные работы выполняются на компьютере «Среда динамического моделирования технических систем SimInTech»

Лабораторная работа № 3. Моделирование замкнутой линейной системы автоматического управления напряжением синхронного генератора.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Что собой представляет принципиальная схема системы автоматического управления? Какие основные элементы она включает?
2. Каков порядок преобразования принципиальной схемы в функциональную?
3. Что такое функциональная схема системы автоматического управления, и какие блоки в нее входят?
4. Что представляет собой линейная модель системы управления? В каких случаях она используется?
5. Как устроена структурная схема САУ на основе функциональной?

6. Как реализуется функциональная и структурная схемы в среде SimInTech?
7. Как проводится моделирование переходного процесса в SimInTech?

3) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 3. Технические средства автоматизации

Тема 1. Классификация технических средств автоматизации. Датчики автоматизации. Практическое занятие № 5. Датчики автоматизации и их характеристики.

Тестовые задания:

1. Что такое датчик?
 - а) измеряющее значение величины;
 - б) устройство, измеряющее параметры процесса;
 - в) устройство измеряющее скорость;
 - г) устройство для измерения температуры.

2. Неэлектрические датчики подразделяются на:

- а) механические, гидравлические, пневматические;
- б) параметрические, механические и гидравлические;
- в) генераторные и параметрические;
- г) датчики одностороннего действия и потенциометрические датчики.

3. От чего зависит емкость в емкостных датчиках:

- а) от длины пластин;
- б) от площади пластин;
- в) от ширины пластин;
- г) от толщины пластин.

4. Индуктивные датчики отличаются от трансформаторных датчиков:

- а) изменением индуктивности под влиянием входной величины;
- б) наличием скользящего контакта;
- в) отсутствием гальванической связи между цепями питания и выхода;
- г) ничем не отличаются.

5. Укажите тип датчика на основе данного описания: "Принцип действия датчика основан на изменении геометрических размеров, и как следствие изменения электрического сопротивления".

- а) тензометрический датчик;
- б) потенциометрический датчик;
- в) емкостной датчик;
- г) пьезоэлектрический датчик.

6. Контактные датчики относятся к:

- а) параманалитическим;
- б) параметрическим;

- в) генераторным;
- г) ультразвуковым;
- д) нет правильного ответа.

7. Для чего предназначены потенциометрические датчики?

- а) для преобразования электрического сигнала в механическое перемещение;
- б) для преобразования механического перемещения в электрический сигнал;
- в) для преобразования электрического сигнала в электрический сигнал;
- г) нет правильного ответа.

8. Генераторные датчики преобразуют измеряемую неэлектрическую величину:

- а) в электродвижущую силу;
- б) в сопротивление;
- в) в частоту;
- г) в индуктивность.

9. Основное применение датчиков Холла и датчиков магнитосопротивления:

- а) измерение магнитных полей;
- б) измерение расстояния;
- в) измерение сопротивления;
- г) измерение силы Лоренца;
- д) измерение напряжения.

10. Назовите датчики реактивного сопротивления:

- а) индуктивные;
- б) резисторные;
- в) контактные;
- г) термосопротивления.

4) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1. Основы теории автоматического управления

Тема 2. Статические и динамические звенья САУ. Математическое описание звеньев

Практическое задание № 2. Решение задач на составление дифференциальных уравнений и передаточных функции звеньев.

Перечень вопросов для устного опроса

1. Что называется динамической характеристикой объекта?
2. Назовите способы представления динамических характеристик элементов САУ.
3. Напишите в общем виде дифференциальное линейное уравнение для любого элемента САУ.
4. Сформулируйте определение передаточной функции элемента САУ.

5. Сформулируйте последовательность получения передаточной функции из дифференциального уравнения.
6. Сформулируйте последовательность получения дифференциального уравнения из передаточной функции.
7. Назовите частотные характеристики элементов САУ.
7. Какой физический смысл имеет коэффициент передачи?
8. Какой физический смысл имеет постоянная времени?
9. Назовите все виды динамических характеристик звеньев САУ?

5) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

По разделу 2. Основы теории автоматического управления

Тема 4. Устойчивость САУ и методы ее оценки.

Практическое задание № 4. Решение задач на определение устойчивости САУ по критерию Вышнеградского, критерию Гурвица, критерию Рауса, критерию Михайлова.

Задача 1. Оценить по критерию Гурвица устойчивость системы:

$$W(s) = \frac{s-2}{s^3 + 2s^2 + 3s + 4}.$$

Характеристическое уравнение: $D(s) = s^3 + 2s^2 + 3s + 4 = 0$

Задача 2. С помощью критерия Гурвица проверить устойчивость системы (рис. 1), если $W_1 = 5/(1 + 10s)$, $W_2 = -1/s$, $W_3 = 100$

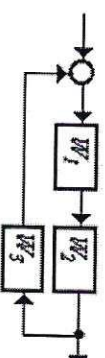


Рис. 1. Система САУ

Задача 3. Определить устойчивость системы по критерию Рауса по следующему характеристическому уравнению: $L(p) = p^5 - 3p^4 + 4p^3 + 7p^2 - 2p - 1 = 0$

Задача 4. Оценить устойчивость системы с помощью критерия Михайлова, если характеристическое уравнение системы имеет вид:

$$D(p) = 0,04p^3 + 0,5p^2 + 2p + 8 = 0.$$

- 6) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):
1. Задачи, решаемые автоматизацией. Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства.
2. Показатели эффективности автоматизации производственных процессов.
3. Понятие системы автоматического управления, объекта управления и управляющего устройства.

4. Разомкнутые, замкнутые и комбинированные системы автоматического управления.
5. Типы и виды схем, используемых для изображения систем автоматического управления.
6. Классификация воздействий. Обобщенные функциональные схемы системы автоматического управления по отклонению и возмущению.
7. Статические и динамические звенья систем. Графики переходных процессов и весовых функций.
8. Методика составления дифференциальных уравнений и передаточных функций звеньев.
9. Частотные характеристики звеньев систем.
10. Типовые звенья систем автоматического управления.
11. Правила преобразования структурных схем.
12. Понятие устойчивости систем автоматического управления. Метод Ляпунова в оценке устойчивости систем.
13. Алгебраические критерии устойчивости САУ (критерий Вышнеградского, критерий Гурвица, критерий Рауса). Частотный критерий устойчивости САУ (критерий Михайлова).
14. Показатели качества работы систем.
15. Коэффициенты ошибок в установившемся режиме, по скорости и по ускорению.
16. Методика параметрической и структурной корректировки систем автоматического управления.
17. Автоколебательные режимы в системах автоматического управления и их параметры.
18. Методика определения амплитуды и частоты автоколебаний.
19. Методика выбора оптимального закона управления, структурной схемы и параметров настройки регулятора.
20. Технические средства автоматизации. Классификация, характеристики, требования.
21. Датчики автоматизации и их характеристики. Генераторные и параметрические датчики. Требования к датчикам автоматизации.
22. Датчики уровня жидкостей и сыпучих материалов. Датчики линейных и угловых скоростей.
23. Датчики усилий и перемещений. Датчики температуры, влажности и давления.
24. Усилители и регуляторы автоматизации.
25. Основы алгебры логики. Основные логические операции. Законы алгебры логики и их следствия.
26. Логические элементы автоматизации.
27. Методика упрощения релейно-контактных схем и их перевода на бесконтактную основу.
28. Исполнительные механизмы автоматизации.
29. Регулирующие органы автоматических систем автоматического управления.
30. Основы телемеханики. Телесигнализация, телеконтроль и телеуправле-

31. Математическое описание линейных, квазилинейных и дискретно-нелинейных статических звеньев САУ.
32. Построение кривых переходного процесса САУ и их анализ.
33. Построение амплитудно-частотных характеристик по передаточным функциям.
34. Построение фазо-частотных характеристик по передаточным функциям.
35. Способы математического описания звеньев и систем автоматического управления.
36. Определение областей изменения параметров САУ, обеспечивающих их устойчивое состояние.
37. Датчики давления и их характеристики.
38. Фотоэлектрические датчики автоматизации.
39. Датчики состава и свойств веществ.
40. Методика выбора датчиков автоматизации.
41. Задающие и сравнивающие средства автоматизации.
42. Коммутационные средства автоматизации. Характеристики электромагнитных реле и магнитных пускателей.
43. Многоэлементные командные устройства и шаговые искатели.
44. Бесконтактные коммутационные средства автоматизации.
45. Составление алгоритма функционирования релейно-контактных и бесконтактных схем управления.
46. Регуляторы непрерывного действия и их характеристики.
47. Регуляторы дискретного действия и их характеристики.
48. Выбор регуляторов по известным параметрам объекта управления.
49. Устройство, характеристики и выбор исполнительных механизмов.
50. Принцип действия, характеристики и выбор регулирующих органов.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Автоматика» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценки результатов обучения (экзамен)	
Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом
(отлично)	

Средний уровень «4» (хорошо)	на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения основных знаний сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнены, практические навыки не сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления [Электронный ресурс]: учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. сол. - Москва: Юрайт, 2025. - 377 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авторов, пользователей. - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/562637>.
2. Востриков, А.С. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / А.С. Востриков, Г.А. Французова. - Электрон. дан. сол. - М.: Юрайт, 2025. - 320 с. - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/558967>.
3. Захаров, А.Г. Измерительная техника и элементы систем автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Г. Захарова, А.Е. Медведев, А.В. Григорьев. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 126 с. —
4. Серебряков, А. С. Автоматика [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов. - 2-е изд., пер. и доп.

- Электрон. дан. сол. - Москва :Юрайт, 2025. - 515 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/560584>.
5. Шишмарев, В. Ю. Автоматика : [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. сол. - Москва :Юрайт, 2025. - 280 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/563767>.
 6. Ягодкина, Т.В. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов/ Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. - Москва.: Юрайт, 2020. - 470 с. (Высшее образование) - Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/450572>.

7.2. Дополнительная литература

1. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления [Текст]: учебник для прикладного бакалавриата / И. Ф. Бородин, С.А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2019. - 386 с.
2. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления [Текст]: учебник / И.Ф.Бородин, С.А. Андреев. — М.: КолосС, 2005. — 351 с.
3. Загинайлов, В. И. Основы автоматики [Текст]: учебное пособие / В. И. Загинайлов, Л. Н. Шеновалова. - М.: Колос, 2001. - 200 с.
4. Изаков, Ф.Д. Автоматика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ф.Д. Изаков, В.М. Попов, С.А. Попова, Н.М. Рычкова. — Челябинск: ЮУрГУ, Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 186 с. - Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/books/element.php?rllcid=25&rid=9535>
5. Карташов, Б.А. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования [Текст] / Б.А. Карташов [и др.]. — М. КолосС, 2004. — 184 с. - (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
6. Молоканова, Н.П. Автоматическое управление. Курс лекций с решением задач и лабораторных работ [Текст] / Н.П. Молоканова. — М.: ФОРУМ, 2014. - 224 с.
7. Серебряков, А. С. Автоматика [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата для студентов вузов, обучающихся по электротехническим, электромеханическим и электроэнергетическим направлениям / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов, Е.А. Чернов, под общей редакцией А.С. Серебрякова. - Москва :Юрайт, 2019. - 431 с.
8. Федоренко, В. Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание / В.Ф. Федоренко В.Ф., Н.П. Мишуров, Д.С. Булгакин, В.Д. Гольяпкин, И.Г. Голубев — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — 314 с.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р МЭК 60204.1-99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч. 1. Общие требования.
2. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
3. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
4. ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
5. ГОСТ 2.709-89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических системах.
6. ГОСТ 2.759-82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
7. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2019. – 462 с.
8. СНиП23-05-95. Естественное и искусственное освещение (СП 52.13330.2010)
9. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Автоматика» являются лекции, практические занятия, лабораторные работы, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах, лабораторные работы в подгруппах.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Mito, Kahoot, Mentimeter, Pictochart, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек,

1. <http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике) (открытый доступ).
2. http://window.edu.ru/window/library?r_tid=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ).

3. <http://www.kodecs.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате. pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
4. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
5. <http://www.gsl.ru> (официальный сайт Российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
6. <http://www.snshb.ru/elvib.shtml> (электронная библиотека ЦНСиХБ) (открытый доступ).
7. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова www.library.tihsad.ru/ (открытый доступ).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень программного обеспечения

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Общие сведения о системах и элементах автоматизации	Microsoft Word Microsoft Excel Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентации https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Microsoft Microsoft	2016 2016 2016 2014
	Раздел 2. Основы теории автоматического управления	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point SimpleTech Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентации Среда динамического моделирования технических систем https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft Компания (ЗВ Сервис)	2016 2016 2020 2016 2024
					2014

3	Раздел 3. Технические средства автоматизации	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point SimInTech Mentimeter	Формирующая Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация Среда динамического моделирования технических систем https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Autodesk Microsoft Компания (ЗВ Сервис)	2016 2016 2020 2016 2024 2014
---	--	--	---	--	--

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Таблица 9

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Обеспеченность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 26 шт., проектор АсценН6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт. Компьютерный класс:
Корпус № 24, аудитория № 304	11 компьютеров с инвентарными номерами: 1) 210134000002649 2) 210134000003202 3) 210134000003200 4) 210134000002928 5) 210134000003201 6) 210134000003204 7) 210134000003208 8) 210134000003206 9) 210134000003203 10) 210134000003207 11) 210134000003205 Лаборатория «Автоматика»: Лабораторные работы выполняются на компьютере «Среда динамического моделирования технических систем SimInTech»: 1. Лабораторная работа № 1. Компьютерное исследование разомкнутой системы автоматического управления.

Корпус № 24, аудитория № 305	2. Лабораторная работа № 2. Компьютерное исследование замкнутой системы автоматического управления. 3. Лабораторная работа № 3. Моделирование замкнутой линейной системы автоматического управления напряжением синхронного генератора. 4. Лабораторная работа № 4. Моделирование замкнутой системы автоматического управления температурой в термической камере. 5. Лабораторная работа № 7. Компьютерное исследование режимов работы цифровых модулей в составе беспроводных информационных сетей. Лаборатория «Автоматизация технологических процессов»: 1. Исследование характеристик датчиков уровня жидкости и сыпучих материалов – Лабораторный стенд. 2. Исследование параметров электромагнитных реле и магнитных пускателей. – Лабораторный стенд.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Жегезнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi. Интернет – доступом. Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе по дисциплине «Автоматика» по направлению 13.03.01

Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Инжиниринг теплоэнергетических систем студенты получают знания по основным характеристикам технических средств, используемых в составе управляющих устройств замкнутых систем автоматического управления; основам преобразования структурных схем и оптимизации алгоритмов управления. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимися, самостоятельная работа обучающихся.

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные на стоищей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентами дисциплины «Автоматика» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, издаваемый на лекциях. Самостоятельно производить расчет и выбор электрических и электронных аппаратов с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Организовать электронное хранение информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. При подготовке к выполнению *лабораторной* работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

3. На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

4. *Самостоятельная работа студента* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительные консультации некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Расчетно-графическую работу выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропромышленность», «Золотая осень», «Электрон 20...» и др.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы заданные преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы заданные преподавателем по теме практического занятия.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработки лабораторных работ.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Автоматика» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

На *лекциях* излагается теоретический материал, даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы математического описания звеньев и систем автоматического управления, характеристики и особенности использования датчиков, исполнительных механизмов и регулирующих органов в САУ, анализа и синтеза автоматического управления.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

Лабораторные работы выполняются на компьютере «Среда динамического моделирования технических систем Simulink» в лаборатории «Автоматика» и в лаборатории «Автоматизация технологических процессов» на лабораторных стендах.

При этом на лабораторных работах целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы (инженерные калькуляторы, рекомендованные компьютерные программы, тестовые задания, программы для расчета критических переходного процесса и частотных характеристик и др.).

Практические занятия проводятся в виде решения задач: математическое описание АУ, на оценку устойчивости и качества работы САУ, а так же выбора элементов управляющих устройств.

Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов. По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам, на практическом занятии могут быть проведены собеседования и консультации.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Например, при проведении практических занятий первый час каждого занятия – в форме показа преподавателем демонстраций методов решения типовых задач. Второй час занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания (решить типовые задачи).

При необходимости (в условиях отсутствия натуральных образцов устройств автоматизации), рекомендуется проводить занятия в учебных лабораториях с активным использованием компьютеров, мультимедийного проектора и электронных учебных пособий.

Выполнение расчетов, обработку результатов экспериментальных исследований с последующей их графической интерпретацией рекомендуется прово-

дить на компьютере с помощью специализированных программ, в интерактивных программных средах.

Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

Изучение курса должно сопровождаться постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений.

Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Программу разработал:

Андреев С. А., д.т.н., доцент

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.21 «Автоматика»
ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника; направленность
Инжиниринг теплоэнергетических систем (квалификация выпускника – бакалавр)

Лештаевым Олегом Валерьевичем, доцентом кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Автоматика» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника; направленность Инжиниринг теплоэнергетических систем (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Андреев Сергей Андреевич, доцент, доктор технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Автоматика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника; направленность Инжиниринг теплоэнергетических систем.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Автоматика» закреплено 1 компетенция (2 индикатора достижения компетенций). Дисциплина «Автоматика» и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Автоматика» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Автоматика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Автоматика» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, вопросы при защите лабораторных работ, участие в тестировании, работа над аудиторными заданиями – практи-

ческие занятия, выполнение расчетно-графической работы.), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, включенной в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 7 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Автоматика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Автоматика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Автоматика» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*; направленность *Инжиниринг теплоэнергетических систем* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Андреевым С.А., доцентом, доктором технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лештаев О.В., доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук



(подпись)

« 20 » июня 2025 г.