

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: 12.12.2025 14:58:56

Уникальный идентификатор документа:

3097683b3857419c1107748e64c5f15ba3ab904



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

2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.01 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Курс – 3

Семестр – 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025

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

« 20 » июня 2025 г.

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

« 20 » июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.03 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

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

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

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)

Протокол № 05 « 20 » июня 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой автоматизации
и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« 20 » июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

« 20 » июня 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
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.....	11
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
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.....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	25
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	27
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	30
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	31
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	32

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.01 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электропривод и автоматика

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний в области использования первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации и приобретение способности:

- выполнять работы по повышению эффективности энергетического, электро-технического оборудования, первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации в сельскохозяйственном производстве.
- применять базовые знания современных цифровых технологий, используемых при расчете и выборе первичных преобразователей и исполнительных механизмов;
- развития технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Pictochart, 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 Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-2 (ПКос-2.1).

Краткое содержание дисциплины: Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматизации. Первичные преобразователи уровня и расхода жидкости и сыпучих материалов. Первичные преобразователи давлений, усилий и перемещений. Первичные преобразователи угловых и линейных скоростей. Первичные преобразователи температуры и влажности. Фотоэлектрические первичные преобразователи. Первичные преобразователи состава и свойств веществ. Первичные преобразователи для дистанционного контроля состояния сельскохозяйственных объектов. Испытательные механизмы систем автоматизации. Электрические, гидравлические и пневматические исполнительные механизмы систем автоматизации

Общая трудоемкость дисциплины/ в т.ч. практическая подготовка: 4 зачетных единицы (144 часа/в том числе практическая подготовка 4 часа).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих освоение теоретических и практических знаний в области использования первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации и приобретение способности:

- выполнять работы по повышению эффективности энергетического, электро-технического оборудования, первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации в сельскохозяйственном производстве.
- применять базовые знания современных цифровых технологий, используемых при расчете и выборе первичных преобразователей и исполнительных механизмов;
- развития технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Pictochart, 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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» включена в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» реализуется в соответствии с требованиями ФГОСВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» являются: высшая математика (1 курс, 1-2 семестры), физика (1 курс, 1-2 семестры), информатика (1 курс, 1 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 4 семестр), основы электротехники (2 курс 3 семестр), автоматика (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: основы микропроцессорной техники (3 курс, 6 семестр), электропривод (3 курс, 6 семестр), управление электроприводами (4 курс, 7 семестр), микропроцессорные системы управления (4 курс, 8 семестр), автоматизированные системы управления (4 курс, 8 семестр).

Дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» используется при подготовке студентами выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» 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, соответствующих с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины					
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:	
			знать	уметь	использовать
1	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования	Режимы работы первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации для повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования, программные продукты Microsoft Excel, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Migo, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности	Применять знания режимов работы первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматизации для повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования, программными продуктами Microsoft Excel, Microsoft Word, Power Point, Pictochart, Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad и др., для осуществления коммуникации посредством Outlook, Migo, Zoom при выполнении задач профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре
Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа/в том числе практическая подготовка 4 часа), их распределение по видам работ в семестре № 5 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость в т.ч. семестре	
	час. всего/ч	№ 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144/4	144/4
1. Контактная работа:	68,35/4	68,35/4
Аудиторная работа	68,35/4	68,35/4
в том числе:		
лекции (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	16/4	16/4
лабораторные работы (ЛР)	18	18
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	75,65	75,65
Расчётно-графическая работа	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)	46,65	46,65
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укуплено)	Всего/ч	Аудиторная работа			Всего часовая работа СР
		Л	ПЗ всего/ч	ЛР	
Раздел 1 «Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматики»	22,65	2	2		18,65
Раздел 2 «Первичные преобразователи систем автоматики»	74/4	24	10/4	12	28
Раздел 3 «Исполнительные механизмы систем автоматики»	38	8	6	4	20
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35			0,35	
Подготовка к зачету с оценкой (контроль)	9				9
Всего за 5 семестр	144/4	34	18/4	16	75,6
Итого по дисциплине	144/4	34	18/4	16	75,65

* в том числе практическая подготовка

Раздел 1. Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматики

Тема 1. Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматики
Рассматриваемые вопросы.

Назначение, классификация и характеристики первичных преобразователей. Требования к статическим и динамическим характеристикам первичных преобразователей. Основы расчета и выбора первичных преобразователей. Назначение, устройство и принцип действия исполнительных механизмов. Классификация исполнительных механизмов.

Раздел 2. Первичные преобразователи систем автоматики

Тема 2. Первичные преобразователи уровня и расхода жидкости и сыпучих материалов
Рассматриваемые вопросы.

Поплавковые первичные преобразователи уровня жидкостей. Особенности поплавковых первичных преобразователей для сыпучих материалов. Гидростатические первичные преобразователи. Гидростатические первичные преобразователи. Термические первичные преобразователи. Электродвигательные первичные преобразователи с тормозящей крыльчаткой. Маятниковые и мембранные первичные преобразователи. Оптические, акустические и радиационные первичные преобразователи. Электродные и емкостные первичные преобразователи. Ротационные первичные преобразователи расхода жидкости и сыпучих материалов. Электромагнитные первичные преобразователи расхода электропроводящих жидкостей.

Тема 3. Первичные преобразователи давления, усилия, перемещения, угловых и линейных скоростей

Жидкостные, поршневые, мембранные, сильфонные и манометрические первичные преобразователи давления. Потенциометрические и индуктивные первичные преобразователи перемещений. Угольные, тензометрические и пьезоэлектрические первичные преобразователи усилий. Первичные преобразователи перемещений на эффекте Холла. Механические центробежные первичные преобразователи угловых скоростей. Гидравлические первичные преобразователи угловых скоростей и гидравлические первичные преобразователи с вязким трением. Электрические частотные первичные преобразователи. Первичные преобразователи угловых и линейных скоростей на основе закона электромагнитной индукции.

Тема 4. Первичные преобразователи температуры и влажности

Рассматриваемые вопросы.

Жидкостные первичные преобразователи температуры. Биметаллические и dilatометрические первичные преобразователи. Металлические и полупроводниковые терморезисторы. Металлические и полупроводниковые термомотары. Радиационные и магнитодерные резонансные первичные преобразователи влажности. Электропараметрические первичные преобразователи. Первичные преобразователи влажности газов и воздуха. Полупроводниковые электроопси-хромометры. Полупроводниковые температурно-равновесные и температурно-

конденсационные первичные преобразователи влажности. Радионизотопные и абсорбционные первичные преобразователи. Первичные преобразователи влажности жидкости и сельскохозяйственных материалов.

Тема 5. Фотоэлектрические первичные преобразователи

Рассматриваемые вопросы.

Вольт-Амперные характеристики вакуумных и газонаполненных фотоэлектрических первичных преобразователей. Полупроводниковые фоторезисторы, фотодиоды, фототриоды и фототиристоры. Особенности работы фотодиода в параметрическом и генераторном режимах. Зависимости свойств полупроводниковых первичных преобразователей от температуры. Схемы включения фотоэлектрических первичных преобразователей.

Тема 6. Первичные преобразователи состава и свойств веществ

Рассматриваемые вопросы.

Емкостные первичные преобразователи жирности молока. Первичные преобразователи качественных показателей сельскохозяйственных продуктов на основе использования инфракрасного излучения и светового потока в видимом спектре. Первичные преобразователи показателей биологической ценности семян в неоднородном электрическом поле. Потенциометрические первичные преобразователи кислотности растворов. Первичные преобразователи концентрации кислорода и озона в жидкостях и газах. Ионизационные и спектрометрические первичные преобразователи. Бесконтактные первичные преобразователи для дистанционного измерения расстояния, углов наклона и стереометрических размеров сельскохозяйственных объектов.

Раздел 3. Исполнительные механизмы систем автоматики

Тема 7. Электрические исполнительные механизмы систем автоматики

Рассматриваемые вопросы.

Устройство, принцип действия и характеристики электрических исполнительных механизмов. Электромагнитные и электромашинные исполнительные механизмы. Шаговые двигатели, электромагнитные муфты и соленоидные исполнительные механизмы.

Тема 8. Гидравлические исполнительные механизмы систем автоматики

Рассматриваемые вопросы.

Гидравлические исполнительные механизмы. Мембранные, силфонные, поршневые, шестеренчатые, лопастные и плунжерные исполнительные механизмы. Расчет и выбор гидравлических исполнительных механизмов

Тема 9. Пневматические исполнительные механизмы систем автоматики

Рассматриваемые вопросы.

Пневматические исполнительные механизмы. Мембранные, силфонные, лопастные пневматические исполнительные механизмы. Расчет и выбор пневматических исполнительных механизмов.

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/из них практическая подготовка
1.	Раздел 1. Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматики	Тема 1. Общее сведения о первичных преобразователях, характеристиках и основы выбора первичных преобразователей и исполнительных механизмов. (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		4
		Практическое занятие № 1 Линейзация статических характеристик первичных преобразователей. Mentimeter	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2
2.	Раздел 2. Первичные преобразователи систем автоматики	Тема 2. Первичные преобразователи уровня жидкости и сыпучих материалов (лекция-беседа) Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)		46/4
		Лекция № 2. Первичные преобразователи уровня жидкости и сыпучих материалов (лекция-беседа) Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лекция № 3 Первичные преобразователи расхода жидкости и сыпучих материалов (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 2 Расчет и выбор электропроводных емкостных первичных преобразователей уровня жидкости и сыпучих материалов Mentimeter	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		Лабораторная работа № 1. Исследование статических характеристик поплавок-вых, емкостных и электродвигательных первичных преобразователей уровня сыпучих материалов. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 3. Первичные преобразователи давления, усилия, перемещения, угловых и линейных скоростей	Лекция № 4. Первичные преобразователи давления, усилия и перемещения (мультимедиа-презентация) Power Point Лекция № 5. Первичные преобразователи угловых и линейных скоростей (лекция-визуализация)	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 3 Расчет чувствительности угловых, пьезоэлектрических и тензометрических первичных преобразователей усилия Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2
		Практическое занятие № 4 Расчет чувствительности механического центробежного первичного преобразователя угловой скорости и гидравлического первичного преобразователя с вязким трением. Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2/2
		Лабораторная работа № 2. Исследование рабочих параметров потенциометрического, индуктивного и мембранного первичных преобразователей давления. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 3	ПКос-2	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
		Исследование характеристик индукционного первичного преобразователя линейной скорости. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	раторной работы	
	Тема 4. Первичные преобразователи температуры и влажности	Лекция № 6. Первичные преобразователи температуры (мультимедиа-презентация) Power Point Лекция № 7. Первичные преобразователи влажности (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 5. Изучение схем включения металлических и полупроводниковых терморезисторов в измерительную цепь. Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2
		Лабораторная работа № 4 Исследование статических и динамических первичных преобразователей температуры. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 5 Фотоэлектрические первичные преобразователи	Лекция № 8. Вакуумные и газонаполненные фотоэлектрические первичные преобразователи (лекция-визуализация) Лекция № 9. Полупроводниковые фотоэлектрические первичные преобразователи (лекция-беседа) Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 6. Расчет чувствительности фотоэлектрических первичных преобразователей в параметрическом и генераторном режимах.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	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/из них практическая подготовка
		Mentimeter. Лабораторная работа № 5 Исследование Вольт-Амперных характеристик фотоэлектрических первичных преобразователей. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 6 Первичные преобразователи состава и свойств веществ	Лекция № 10. Емкостные, оптические и инфракрасные первичные преобразователи показателей качества сельскохозяйственных продуктов (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лекция № 11. Первичные преобразователи свойств жидкостей и газов (мультимедиа-презентация) Power Point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лекция № 12. Пирометрические первичные преобразователи дистанционного контроля энергетических свойств процессов и объектов АПК (мультимедиа-презентация) Power point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лекция № 13. Первичные преобразователи свойств воздушной среды в сельскохозяйственных сооружениях (мультимедиа-презентация) Power point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лабораторная работа № 6 Исследование параметров первичных преобразователей свойств газов. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
3.	Раздел 3. Исполнительные механизмы систем автоматизации				18

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/из них практическая подготовка
	Тема 7 Электрические исполнительные механизмы систем автоматизации	Лекция № 14. Устройство, принцип действия и характеристики электромеханических исполнительных механизмов (мультимедиа-презентация) Power point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Лекция № 15. Устройство, принцип действия и характеристики электромагнитных исполнительных механизмов (мультимедиа-презентация) Power point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 7. Выбор электрических исполнительных механизмов для привода регулирующих органов систем автоматизации. Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2
		Лабораторная работа № 7. Исследование характеристик шаговых двигателей КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 8. Исследование характеристик электромагнитных исполнительных механизмов. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 8 Гидравлические исполнительные механизмы систем автоматизации	Лекция № 16. Устройство, принцип действия и характеристики гидравлических исполнительных механизмов поступательного и вращательного движения (мультимедиа-презентация) Power point	ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 8. Расчет рабочих параметров гидравлических исполнительных механизмов Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	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/из них практическая подготовка
	Тема 9 Пневматические исполнительные механизмы систем автоматизации	Лекция № 17. Устройство, принцип действия и характеристики пневматических исполнительных механизмов поступательного и вращательного движения (мультимедиа-презентация) Power point Практическое занятие № 9 Расчет рабочих параметров пневматических исполнительных механизмов. Mentimeter.	ПКос-2 (ПКос-2.1)	ни	2
			ПКос-2 (ПКос-2.1)	Устный опрос, решение задач в условиях ограничения времени	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Общие сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах систем автоматизации		
1.	Тема 1. Общие сведения о первичных преобразователях в сельскохозяйственном производстве. (ПКос-2 (ПКос-2.1))	Проблемы, перспективы и особенности использования первичных преобразователей в сельскохозяйственном производстве. (ПКос-2 (ПКос-2.1))
Раздел 2. Первичные преобразователи систем автоматизации		
2.	Тема 2. Первичные преобразователи уровня и расхода жидкостей и сыпучих материалов	Термические и пьезоэлектрические первичные преобразователи расхода жидкостей. (ПКос-2 (ПКос-2.1))
3.	Тема 3. Первичные преобразователи давления, усилия, перемещения, угловых и линейных скоростей	Первичные преобразователи динамических усилий. Цифровые первичные преобразователи угловых скоростей (ПКос-2 (ПКос-2.1))
4.	Тема 4. Первичные преобразователи температуры и влажности	Первичные преобразователи скорости изменения температуры (ПКос-2 (ПКос-2.1))
5.	Тема 5. Фотоэлектрические первичные преобразователи	Фотоэлектрические первичные преобразователи ультрафиолетового спектра. Фотоумножители. (ПКос-2 (ПКос-2.1))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
6.	Тема 6. Первичные преобразователи состава и свойств веществ (ПКос-2 (ПКос-2.1))	Лазерные и ультразвуковые первичные преобразователи для неразрушающего контроля свойств веществ. (ПКос-2 (ПКос-2.1))
Раздел 3. Исполнительные механизмы систем автоматизации		
7.	Тема 7. Электрические исполнительные механизмы систем автоматизации (ПКос-2 (ПКос-2.1))	Трехпозиционные соленоидные исполнительные механизмы (ПКос-2 (ПКос-2.1))
8.	Тема 8. Гидравлические исполнительные механизмы систем автоматизации (ПКос-2 (ПКос-2.1))	Расчет поршневых исполнительных механизмов (ПКос-2 (ПКос-2.1))
9.	Тема 9. Пневматические исполнительные механизмы систем автоматизации (ПКос-2 (ПКос-2.1))	Расчет сильфонных исполнительных механизмов (ПКос-2 (ПКос-2.1))

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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» 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 PowerPoint, 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		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
№ п/п	Тема и форма занятия	
1.	Назначение, классификация, характеристики и основы выбора первичных преобразователей и исполнительных механизмов.	Д Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-презентация) PowerPoint
2.	Первичные преобразователи уровня жидкости и сыпучих материалов	Л Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и ин-терактивных образовательных технологий (форм обучения)
3	Первичные преобразователи давления, усилия и перемещения	Л Информационно-коммутационная технология (мультимедиа-презентация) PowerPoint
4	Вакуумные и газонаполненные фотоэлектрические первичные преобразователи	Л Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
5.	Полупроводниковые фотоэлектрические первичные преобразователи	Л Технология проблемного обучения (лекция-беседа) Mentimeter
6.	Исследование рабочих параметров потенциометрического, индуктивного и мембранного первичных преобразователей.	ЛР Технология проблемного обучения
7.	Исследование параметров первичных преобразователей свойств газов	ЛР Технология проблемного обучения
8.	Исследование характеристик электромагнитных исполнительных механизмов	ЛР Технология проблемного обучения
9.	Расчет и выбор электродных и емкостных первичных преобразователей уровня жидкости и сыпучих материалов	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
10.	Расчет чувствительности угольных, пьезоэлектрических и тензометрических первичных преобразователей.	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
11.	Выбор исполнительных механизмов для привода регулирующих органов систем автоматизации	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)
12.	Расчет рабочих параметров гидравлических исполнительных механизмов	ПЗ Технология контекстного обучения (решение типовых задач в условиях ограничения времени)

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

При изучении разделов дисциплины «Первичные преобразователи и дополнительные механизмы систем автоматизации» 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: зачет с оценкой.

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

1) При изучении дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» 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, Yandex, 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 и с целью оценки степени усвоения выполнить указанные задания.

Расчетно-графическая работа – самостоятельная работа студента, основанная на изучении литературных и иных источниках информации по заданной теме.

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.

Расчетно-графическая работа по дисциплине выполняется согласно индивидуальному заданию выданному преподавателем.

Примерная тема расчетно-графической работы:

«Расчет параметров потенциометрического первичного преобразователя для дистанционного измерения механических усилий»

Задания для выполнения расчетно-графической работы.

Расчитать параметры потенциометрического первичного преобразователя для дистанционного измерения механических усилий:

1. Определить длину рабочей части потенциометра (X_{max} мм).

2. Определить длину всей намотки провода (l , мм).

3. Определить шаг намотки провода (Δl , мм).

4. Определить общее количество витков намотки провода (ω , витки).

5. Определить диаметр каркаса потенциометрического первичного преобразователя (D , мм).
6. Определить боковую поверхность намотки провода потенциометрического первичного преобразователя (S , см^2).
7. Рассчитать удельную боковую поверхность охлаждения потенциометрического первичного преобразователя (σ , $\text{см}^2/\text{Вт}$).
8. Рассчитать тепловую мощность, выделяемую потенциометром (P , Вт).

2) Пример перечня вопросов для защиты лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 2. Первичные преобразователи систем автоматики

Теме 2. Первичные преобразователи уровня и расхода жидкости и сыпучих материалов
Лабораторная работа № 1. Исследование статических характеристик поплавковых, емкостных и электродвигательных первичных преобразователей уровня сыпучих материалов

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. В чем заключается принцип действия поплавкового первичного преобразователя уровня?
2. Каким родом тока осуществляют питание емкостного первичного преобразователя уровня?
3. По какому параметру можно судить об уровне сыпучего материала при использовании электродвигательного первичного преобразователя?
4. Изобразите статическую характеристику поплавкового первичного преобразователя уровня.
5. Влияет ли на выходной сигнал емкостного первичного преобразователя уровня диэлектрическая проницаемость измеряемого сыпучего материала?

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

По разделу 2. Первичные преобразователи систем автоматики

Теме 3. Первичные преобразователи давления, усилия и перемещения

Практическое занятие № 3. Расчет чувствительности угольных, пьезоэлектрических и тензометрических первичных преобразователей усилия.

Перечень вопросов для устного опроса

1. Что понимается под чувствительностью первичных преобразователей?
2. Изобразите статическую характеристику угольного первичного преобразователя.
3. Изобразите статическую характеристику пьезоэлектрического первичного преобразователя.
4. Изобразите статическую характеристику тензометрического первичного преобразователя.

5. Какие построения необходимо сделать на статической характеристике угольного первичного преобразователя для расчета его чувствительности?
6. Какие построения необходимо сделать на статической характеристике пьезоэлектрического первичного преобразователя для расчета его чувствительности?
7. Какие построения необходимо сделать на статической характеристике тензометрического первичного преобразователя для расчета его чувствительности?
8. Какой первичный преобразователь усилий обладает максимальной чувствительностью?

4) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся

(решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

По разделу 2. Первичные преобразователи систем автоматики

Теме 2. Первичные преобразователи уровня и расхода жидкости и сыпучих материалов

С учетом элементов практической подготовки – связанных с будущей профессиональной деятельностью

Практическое занятие № 2. Расчет и выбор электродных и емкостных первичных преобразователей уровня жидкости и сыпучих материалов.

Задача 1. Электродный первичный преобразователь уровня подключен к источнику постоянного напряжения $U=48$ В через токоограничивающий резистор $R=80$ Ом. При незаполненном резервуаре величина электрического тока составляет $I=0,24$ А. При заполнении резервуара жидкостью сопротивление между электродами уменьшается в 2 раза. Определить величину тока (I) в измерительной цепи.

Задача 2. Рассчитать величину емкостного сопротивления при подключении емкостного первичного преобразователя к источнику электрической энергии напряжением $U=100$ В, если площадь плоских параллельных пластин составляет $S=0,3$ м^2 , расстояние между ними $d=0,01$ м, а относительная диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon=3 \cdot 10^{-8}$.

5) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):

1. Назначение, классификация и характеристики первичных преобразователей.
2. Назначение, классификация и характеристики исполнительных механизмов.
3. Требования к статическим и динамическим характеристикам первичных преобразователей.
4. Устройство, принцип действия и характеристики поплавковых первичных преобразователей уровня жидкости.
5. Устройство, принцип действия и характеристики гидростатических первичных преобразователей уровня жидкости.
6. Устройство, принцип действия и характеристики электродвигательных

первичных преобразователей уровня жидкости.

7. Устройство, принцип действия и характеристики маятниковых и мембранных первичных преобразователей уровня жидкости.

8. Устройство, принцип действия и характеристики оптических первичных преобразователей уровня жидкости.

9. Устройство, принцип действия и характеристики акустических первичных преобразователей уровня жидкости.

10. Устройство, принцип действия и характеристики радиационных первичных преобразователей уровня жидкости.

11. Устройство, принцип действия и характеристики электродных и емкостных первичных преобразователей уровня жидкости.

12. Устройство, принцип действия и характеристики ротационных первичных преобразователей расхода жидкости и сыпучих материалов.

13. Устройство, принцип действия и характеристики электромагнитных первичных преобразователей расхода электропроводящих жидкостей.

14. Устройство, принцип действия и характеристики жидкостных, и мембранных первичных преобразователей давления и усилий.

15. Устройство, принцип действия и характеристики сильфонных и манометрических первичных преобразователей давления.

16. Устройство, принцип действия и характеристики потенциометрических и индуктивных первичных преобразователей перемещений.

17. Устройство, принцип действия и характеристики угольных и тензометрических первичных преобразователей усилий.

18. Устройство, принцип действия и характеристики пьезоэлектрических первичных преобразователей усилий.

19. Устройство, принцип действия и характеристики первичных преобразователей перемещений на эффекте Холла.

20. Устройство, принцип действия и характеристики механических центробежных электромагнитных первичных преобразователей угловых скоростей.

21. Устройство, принцип действия и характеристики гидравлических первичных преобразователей угловых скоростей.

22. Устройство, принцип действия и характеристики электрических частотных первичных преобразователей угловых скоростей.

23. Устройство, принцип действия и характеристики первичных преобразователей угловых и линейных скоростей на основе закона электромагнитной индукции.

24. Устройство, принцип действия и характеристики жидкостных, биметаллических и dilatометрических первичных преобразователей температуры.

25. Устройство, принцип действия и характеристики металлических первичных преобразователей температуры.

26. Устройство, принцип действия и характеристики полупроводниковых первичных преобразователей температуры.

27. Устройство, принцип действия и характеристики первичных преобразователей температуры.

28. Металлические первичные преобразователи температуры на основе явления Зеебека.

29. Полупроводниковые первичные преобразователи температуры на основе явления Зеебека.

30. Биметаллические первичные преобразователи температуры.

31. Термозлектрические первичные преобразователи скорости изменения температуры.

32. Характеристики и схемы включения психрометрических первичных преобразователей влажности.

33. Полупроводниковые температурно-равновесные первичные преобразователи влажности.

34. Полупроводниковые температурно-конденсационные первичные преобразователи влажности.

35. Вольт-Амперные характеристики вакуумных фотоэлектрических первичных преобразователей.

36. Вольт-Амперные характеристики газонаполненных фотоэлектрических первичных преобразователей.

37. Статические характеристики фотодиодов.

38. Статические характеристики фототриодов.

39. Статические характеристики фототриодов.

40. Характеристики фоторезисторов и способы их применения в сельскохозяйственных технологических процессах.

41. Зависимости свойств полупроводниковых первичных преобразователей от температуры.

42. Особенности использования фотодиодов в параметрическом режиме.

43. Особенности использования фотодиодов в генераторном режиме.

44. Принцип действия и характеристики фотоумножителей.

45. Схемы включения фотоэлектрических первичных преобразователей.

46. Характеристики емкостного первичного преобразователя жирности молока.

47. Использование емкостных первичных преобразователей для контроля состава и свойств сельскохозяйственных материалов.

48. Первичные преобразователи качественных показателей сельскохозяйственных продуктов на основе использования инфракрасного излучения.

49. Первичные преобразователи качественных показателей сельскохозяйственных продуктов на основе использования светового потока в видимом спектре.

50. Первичные преобразователи показателей биологической ценности семян в неоднородном электрическом поле.

51. Потенциометрические первичные преобразователи кислотности растворов.

52. Принцип действия первичных преобразователей концентрации кислорода и озона в жидкостях.

53. Принцип действия первичных преобразователей концентрации кислорода и озона в газах.

54. Ионизационные первичные преобразователи состава веществ.

55. Спектрометрические первичные преобразователи свойств веществ.

56. Устройство и характеристики пирометрических первичных преобразователей температуры.

57. Использование пирометрических первичных преобразователей для контроля тепловых потерь в зданиях и сооружениях АПК.

58. Первичные преобразователи концентрации отрицательно заряженных ионов в воздушной среде.
59. Первичные преобразователи для дистанционного контроля присутствия людей или животных на объектах АПК.
60. Схема включения первичных преобразователей дистанционного контроля присутствия людей в устройствах автоматического управления освещением.
61. Устройство бесконтактных первичных преобразователей для дистанционного измерения расстояний.
62. Устройство бесконтактных первичных преобразователей для дистанционного измерения углов наклона расположения сельскохозяйственных объектов.
63. Устройство бесконтактных первичных преобразователей для дистанционного контроля стереометрических размеров сельскохозяйственных объектов.
64. Назначение, устройство и классификация исполнительных механизмов систем автоматизации.
65. Характеристики исполнительных механизмов
66. Электродвигательные исполнительные механизмы.
67. Соленоидные исполнительные механизмы.
68. Электромагнитные исполнительные механизмы.
69. Электромагнитные муфты.
70. Гидравлические исполнительные механизмы.
71. Пневматические исполнительные механизмы.
72. Выбор исполнительных механизмов
73. Генераторные и параметрические первичные преобразователи.
74. Пьезоэлектрические первичные преобразователи расхода жидкостей.
75. Динамические характеристики первичных преобразователей температуры.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматизации» 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 оценивания результатов обучения (зачет с оценкой)

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 на

(отлично)	высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий .
Средний уровень «4» (хорошо)	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) .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с проблемами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнены, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» 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. Агеев, О. А. Информационно-измерительная техника и электроника. Преобразователи неэлектрических величин [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / О. А. Агеев, В. М. Мамиконова, В. Н. Котов, О. Н. Негоденко. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. col. – Москва: Юрайт, 2025. – 158 с. - (Высшее образование). – Режим доступа: [URL: https://urait.ru/bcode/561844](https://urait.ru/bcode/561844).
2. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления автоматизации [Электронный ресурс]: учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. дан. col. – Москва : Юрайт, 2025. – 377 с. - (Высшее образование). – **URL:** <https://urait.ru/bcode/556549>, <https://urait.ru/book/cover/214077C9-EF6F-4ED2-B5D3-F8B2CF5BD9BE>. – **ISBN** 978-5-534-19501-9 – Режим доступа: **URL:** <https://urait.ru/bcode/562637>.
3. Захаров, А.Г. Измерительная техника и элементы систем автоматизации [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. – Режим доступа: **URL:** <https://e.lanbook.com/book/105394>.
4. Зудин, В.Л. Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ В.Л. Зудин, Ю.П. Жуков, А.Г.

жено редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия.

8. Федоренко, В.Ф. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития [Текст]: научное издание/В.Ф.Федоренко, Н.П. Мишунов, Д.С. Булгакин, В.Я. Гольяпкин, И.Г. Голубев — М.: ФГБНУ «Росинформартех», 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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» 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 PowerPoint, Miro, Kahoot, Mentimeter, Pictochart, Zoom и др., Интернет, электронные ресурсы технических библиотек,

Маланов. - 2-е изд., - Электрон. дан. col. — Москва: Юрайт, 2025. — 199 с. —

(Высшее образование) —

Режим доступа: [URL: https://urait.ru/bcode/566679](https://urait.ru/bcode/566679).

5. Корнипаев, М. А. Автоматическое управление расходом, давлением и уровнем жидкости [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. А. Корнипаев, А. И. Сергеев, Л. В. Галина, Д. А. Проскурин. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 130 с. —

Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/98004](https://e.lanbook.com/book/98004).

Книга из коллекции ОГУ - Инженерно-технические науки. Рекомендовано к изданию учёным советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

7.2. Дополнительная литература

1. Асманкин, Е.М. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы [Текст]: учебное пособие / Е. М. Асманкин [и др.]; Институт прикладной механики (Ижевск), Российская академия наук. — Екатеринбург : УрО РАН, 2002. — 181 с.

2. Изаков, Ф.Я. Автоматика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ф.Я. Изаков, В.М. Попов, С.А.Попова, Н.М. Рычкова. — Челябинск: ЮУрГАУ, Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 186 с. —

Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?plcid=25&pl1_id=9535](https://e.lanbook.com/books/element.php?plcid=25&pl1_id=9535)

3. 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. — М.: Юрайт, 2019. — 386 с.

4. Гайнуллин, Р. Н. Основы контроля давления, температуры и расхода в технологических процессах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Р. Н. Гайнуллин, А. Р. Герке, А. В. Лира. — Казань: КНИТУ, 2019. — 104 с. —

Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/196073](https://e.lanbook.com/book/196073).

5. Карташов, Б.А. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования[Текст] / Б.А. Карташов[и др.]. — М. КолосС, 2004.—184с.- (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).

6. Овсянников, В. В. Средства измерения температуры [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ / В. В. Овсянников, А. С. Гусаров, А. П. Стариков. - Омск :ОМГУПС, 2023. - 34 с. —

Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/419417](https://e.lanbook.com/book/419417).

Книга из коллекции ОмГУПС - Инженерно-технические науки

7. Сокольников, П. Ю. Исполнительные устройства систем управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие / П. Ю. Сокольников. — Пермь : ПНИПУ, 2010. — 195 с. —

Режим доступа: [URL: https://e.lanbook.com/book/160669](https://e.lanbook.com/book/160669). - ISBN 978-5-398-00514-1: Книга из коллекции ПНИПУ - Инженерно-технические науки. Утвер-

1. <http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике) (открытый доступ).

2. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470 (Электротехника и
электроника; учебное пособие) (открытый доступ).

3. <http://www.kodges.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.rsl.ru> (официальный сайт Российской государственной библиотеки) (открытый доступ).

6. <http://www.cnsheb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).

7. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова
www.libray.timacad.ru/ (открытый доступ).

8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).

HBIX recy recv" <http://schoolcollection.edu.ru/> (skrb
<http://scarts.org/ia/obtur/obtur.htm>)

– <https://portal.timacad.ru>

– <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>

— <https://www.inchometer.com/>

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разра-ботки
1.	Раздел 1. Основы сведения о первичных преобразователях и исполнительных механизмах	Microsoft Word Microsoft Excel Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация https://www.mentimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Microsoft	2016 2016 2016 2014
	Раздел 2. Первичные преобразователи систем автоматизации	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point SimInTech	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация Среда динамического моделирования технических систем	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft Компания (ЗВСевис)	2016 2016 2020 2016 2024

Таблица 9

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	1 Корпус № 24, аудитория № 306	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
		2 Компьютерный класс тип 2: компьютеров — 26 шт., проектор Acer H6517ST — 1 шт., интерактивная доска — 1 шт.
	Корпус № 24, аудитория № 304	Компьютерный класс: 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
Корпус № 24, аудитория № 305		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. Железнова 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.	
Общешития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе по дисциплине «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика студентам получают знания об устройстве, принципе действия и характеристиках первичных преобразователей и исполнительных механизмов систем автоматики; основам их расчета и выбора.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);
практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
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 стоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентами дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчет и выбор электрических и электронных аппаратов с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Организовать электронное хранилище 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. Максимально использовать возможности производственной технологии практической практики на предприятии для визуального изучения, имеющихся на предприятии автоматизированных систем управления технологическими процессами.

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

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

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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.

Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропродмаш», «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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» 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 устройства, принципа действия, характеристики, основы расчета и выбора первичных преобразователей и исполнительных механизмов.

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 проводятся в лаборатории «Автоматика» на лабораторных стендах.

При этом на лабораторных работах целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы (инженерные калькуляторы, рекомендованные компьютерные программы и др.).

Выполнение расчетов, обработку результатов экспериментальных исследований с последующей их графической интерпретацией рекомендуется проводить на компьютере с помощью специализированных программ, в интерактивных программных средах.

Практические занятия проводятся в виде решения задач: расчет чувствительности первичных преобразователей, согласование характеристик первичных преобразователей и измерительных цепей, выбор исполнительных механизмов и согласование параметров исполнительных механизмов и регулирующих органов.

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 демонстрируется методика решения типовой задачи. Второй час занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания (решить типовые задачи).

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

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации процессов, техническому сервису в агропромышленном комплексе.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Программу разработал:

Андреев С. А., д.т.н., доцент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.01.01 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика (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), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика (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, доктором технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. 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 часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» в профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» закреплена **1 компетенция (1 индикатор достижения компетенции)**. Дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» и представленная Программа способна 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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» составляет 4 зачётные единицы (144 часа/ в том числе практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника 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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» 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 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, контрольные вопросы при защите лабораторных работ, работа над аудиторными заданиями – практические занятия, выполнение расчетно-графической работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины включенной в часть, формируемую участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Электропривод и автоматика учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» представлено: основной литературой – 5 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 9 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» 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 «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Первичные преобразователи и исполнительные механизмы систем автоматики» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*, направленность *Электропривод и автоматика* (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 академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горякина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук


(подпись)

« 20 » июня 2025 г.