

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-20-АТП

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П.Б. Акмаров

2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Теория автоматического управления**

Направление подготовки «Агроинженерия»

Направленность «Автоматизация технологических процессов»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b> .....	<b>5</b>
2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) .....	5
<b>3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1 ПЕРЕЧЕНЬ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ (ОК) И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ (ПК) КОМПЕТЕНЦИЙ</b> .....	<b>6</b>
<b>4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>8</b>
4.1 Структура дисциплины .....	8
4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций .....	10
4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля) .....	10
4.4 Лабораторный практикум .....	12
4.5 Практические занятия .....	12
4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля .....	13
<b>5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>14</b>
<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЯХ</b> .....	<b>15</b>
<b>6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ</b> .....	<b>15</b>
<b>УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> ....	<b>21</b>
7.1 Основная литература .....	21
7.2 Дополнительная литература .....	21
<b>8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>24</b>
<b>9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ЗАОЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b> .....	<b>25</b>
9.1 Структура дисциплины на ФЗО .....	25
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b> .....	<b>26</b>
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	27
ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	27
1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	28
2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	30
3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	31
3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап) .....	31
3.1.1 Модуль 1. Основные сведения о системах автоматического управления .....	31
3.1.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем в ТАУ .....	31
3.1.3 Модуль 3. Анализ систем автоматического управления и их элементов .....	31
3.1.4 Модуль 4. Автоматические регуляторы .....	32
3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап) .....	32
3.2.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем автоматики .....	32
3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап) .....	33
3.3.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем автоматики .....	34
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ .....	39
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ</b> .....	<b>41</b>

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

**Цель** – формирование знаний и практических навыков по анализу, синтезу, выбору и использованию современных технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов.

**Задачи освоения дисциплины:**

- получить знания по классификации САУ, основным динамическим звеньям САУ;
- освоить построение временных и частотных характеристик;
- изучить и усвоить основные принципы построения систем автоматического управления;
- приобрести навыки по анализу и синтезу систем автоматического управления, исследованию устойчивости САУ, оценке качества управления, моделированию САУ на ЭВМ;
- получить знания по особенностям построения систем управления техническими объектами в области агроинженерии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

**Область профессиональной деятельности** бакалавров включает: эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

**Объектами профессиональной деятельности** бакалавров являются: машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства; технологии и средства мелкосерийного производства сельскохозяйственной техники; технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования; методы и средства испытания машин; машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий;

электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения; энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водо- и газоснабжения сельскохозяйственных потребителей, экологически чистые системы канализации и утилизации отходов животноводства и растениеводства.

Бакалавр по направлению подготовки **Агроинженерия** готовится к следующим видам профессиональной деятельности: производственно-технологическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская; проектная.

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

Бакалавр по направлению подготовки **Агроинженерия** должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач в соответствии с профилем подготовки и видами профессиональной деятельности:

**производственно-технологическая деятельность:**

- эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического обо-

рудования для производства и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства на предприятиях различных организационно-правовых форм;

- применение современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин для обеспечения постоянной работоспособности машин и оборудования;
- осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества продукции и оказываемых услуг технического сервиса;
- организация метрологической поверки основных средств измерений для оценки качества производимой, перерабатываемой и хранимой сельскохозяйственной продукции;
- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования,
- энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водо-, газоснабжения, а также утилизация отходов сельскохозяйственного производства;
- ведение технической документации, связанной с монтажом, наладкой и эксплуатацией оборудования, средств автоматики и энергетических установок сельскохозяйственных предприятий;

***организационно-управленческая деятельность:***

- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- обеспечение высокой работоспособности и сохранности машин, механизмов и технологического оборудования;
- управление работой коллективов исполнителей и обеспечение безопасности труда;
- организация материально-технического обеспечения инженерных систем;
- разработка оперативных планов работы первичных производственных коллективов;

***научно-исследовательская деятельность:***

- участие в проведении научных исследований по утвержденным методикам;
- участие в экспериментальных исследованиях, составлении их описания и выводов;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации.
- участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

***проектная деятельность:***

- участие в проектировании технологических процессов производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на основе современных методов и технических средств;
- участие в проектировании систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Теория автоматического управления» включена в блок 1, базовая часть Б1.Б.20.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, выполнение расчетно-графической работы.

Для изучения дисциплины «Теория автоматического управления» необходимы следующие знания, умения и навыки:

- Высшая математика (графическое суммирование и вычитание, производные и интегралы, пределы, логарифмы, дифференциальные уравнения);
- ТОЭ (цепи постоянного и переменного тока, переходные процессы, преобразование Лапласа);

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

### 2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля)

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.20	Математика Физика Информатика Информационные технологии Теоретические основы электротехники	Электропривод Технические средства автоматизации Автоматизация технологических процессов Микропроцессорные системы управления Автоматизированные системы управления Электротехнологии Проектирование систем автоматизации Проектирование автоматизированных систем Подготовка выпускной квалификационной работы

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### 3.1 Перечень общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций

Но- мер/индекс компетен- ции	Содержание компетен- ции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся долж- ны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-9	готовностью к использованию технических средств автоматики и систем автоматизации технологических процессов	принципы действия и применение технических средств автоматики и систем автоматизации в с.-х. производстве	анализировать работу технических средств автоматики и систем автоматизации в с.-х. производстве	навыками постановки и решения задач в области использования технических средств автоматики и систем автоматизации в с.-х. производстве
ПК-3	готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований	методики обработки результатов экспериментальных исследований	обрабатывать результаты экспериментальных исследований	навыками обработки результатов экспериментальных исследований
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	нормативную документацию по эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок.	контролировать качество проведения регламентных работ машин, технологического оборудования и электроустановок	способами повышения эффективности машин, технологического оборудования и электроустановок.
ПК-10	способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами.	использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	навыками монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов
ПК-11	способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции	методы и способы использования современных технических средств для определения и контроля параметров технологических процессов производства и оценки качества с.-х. про-	выбирать и применять на практике современные технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции.	навыками выбора, подготовки к работе и применения по назначению технических средств для определения параметров технологических процессов и качества

		дукции		с.-х. продукции
--	--	--------	--	-----------------

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов

Се- местр	Количество часов						
	Аудитор- ных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Проме- жуточная аттеста- ция	Всего
4	52	92	24	14	14	Зачет с оценкой	144
Итого	52	92	24	14	14	Зачет с оценкой	144

#### 4.1 Структура дисциплины

№	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семест- ра); -промежуточной ат- тестации (по семест- рам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
				<b>144</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>92</b>	
1	4	1	Введение. Цели и задачи курса. Современное состояние и тенденции развития автоматических и автоматизированных систем управления в области автоматизации технологических процессов. Виды автоматизации. Основные понятия и термины систем автоматического управления (САУ). Пример САУ. Функциональная схема САУ.	6	2				4	Экспресс-опрос на лекции, выполнение самостоятельной работы
2	4	2	Классификация САУ. Принципы автоматического управления. Алгоритмы функционирования. Характер воздействия регулятора на объект управления. Релейное управление.	8	2		2		4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
3	4	3	Классификация САУ. Статические и астатические САУ. Законы управления и способы их реализации.	9	2		2		5	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
4	4	4	Методы математического описания динамических объектов и систем управления. Статические и динамические характе-	8	2	2			4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполне-



			ристики САУ. Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция линейной системы.						ние самостоятельной работы
5	4	5	Частотные характеристики, их построение. Логарифмические частотные характеристики и их построение. Типовые звенья в ТАУ и их характеристики. Усижительное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено.	14	2	2	2	8	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
6	4	6	Типовые звенья и их характеристики. Апериодические звенья первого и второго порядков. Колебательное звено. Звено запаздывания.	10	2		2	6	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
7	4	7	Структурные динамические схемы САУ, последовательное, параллельное, встречно-параллельное соединение звеньев. Преобразование структурных динамических схем. Перенос узлов и сумматоров.	6	2			4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
8	4	8	Устойчивость САУ. Условия устойчивости линейных систем. Корневой критерий устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости.	8	2	2		4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
9	4	9	Частотные критерии устойчивости. Критерии Михайлова и Найквиста. Логарифмический критерий Найквиста. Запасы устойчивости.	10	2	2		6	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
10	4	10	Качество управления САУ. Показатели качества регулирования. Прямые методы оценки качества управления. Косвенные методы оценки качества управления: частотные, интегральные и корневые.	12	2	2	4	4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
11	4	11	Синтез САУ с заданными показателями качества управления. Методы повышения качества управления. Расчет корректирующих звеньев методом желаемой ЛАЧХ. Графоаналитический метод построения переходных процессов.	8	2	2		4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
12	4	12	Объекты управления и их свойства. Аккумулирующая способность, самовыравнивание, запаздывание. Методы определения постоянной времени. Определение вида и параметров пе-	5	1			4	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы

			редаточной функции по переходной характеристике.							
13	4	13	САУ дискретного действия на базе микроконтроллера. Автоматические регуляторы. Классификация. Примеры САУ объектами в области автоматизации технологически процессов.	7	1	2		4		Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
14	4	14	Ограничения и допущения, принимаемые при выборе и расчете автоматического регулятора. Методика выбора и настройки автоматического регулятора.	33		2		31		Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным занятиям, выполнение самостоятельной работы
15	4		Промежуточная аттестация							Зачет
<b>Итого</b>				<b>144</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>92</b>		

## 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)					общее кол-во компетенций
		ОПК-9	ПК-3	ПК-8	ПК-10	ПК-11	
<b>Модуль 1. Теория автоматического управления</b>							
Основные сведения о системах автоматического управления	12	+		+	+		3
Математическое описание элементов и систем в ТАУ	14	+	+			+	3
Анализ систем автоматического управления	14	+	+	+		+	4
Автоматические регуляторы	12	+	+	+	+	+	5

## 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Теория автоматического управления</b>			
1	Основные сведения о системах автоматического управления (САУ)	Введение. Цели и задачи курса. Современное состояние и тенденции развития автоматических и автоматизированных систем управления в области автоматизации технологически процессов. Виды автоматизации. Основные понятия и термины систем автоматического управления (САУ). Пример САУ. Функциональная схема САУ. Элементы функциональной схемы. Классификация САУ: принципы автоматического управления, алгоритмы функционирования, характер воздействия регулятора на объект управления, релейное регулирование, наличие статической ошибки, законы управления и способы их реализации.	12
2	Математическое описание элементов и систем в ТАУ	Методы математического описания динамических объектов и систем управления. Статические и динамические характеристики САУ. Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция линейной системы. Частотные характеристики, их построение. Логарифмические частотные характеристики и их построение. Типовые звенья в ТАУ и их характеристики. Усилительное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Аперiodические звенья первого и второго порядков. Ко-	14

		лебательное звено. Звено запаздывания. Структурные схемы САУ и их преобразование.	
3	Анализ систем автоматического регулирования	Устойчивость САУ. Условия устойчивости линейных систем. Корневой критерий устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Качество управления САУ. Показатели качества регулирования. Прямые методы оценки качества управления. Косвенные методы оценки качества управления: частотные, интегральные и корневые. Свойства объектов управления. Методы определения постоянной времени. Определение вида и параметров передаточной функции по переходной характеристике.	14
4	Автоматические регуляторы	Синтез САУ с заданными показателями качества управления. Методы повышения качества управления. Расчет корректирующих звеньев методом желаемой ЛАЧХ. Графоаналитический метод построения переходных процессов. Автоматические регуляторы. Классификация. Сравнительная характеристика автоматических регуляторов. САУ дискретного действия на базе микроконтроллера. Ограничения и допущения, принимаемые при выборе и расчете автоматического регулятора. Методика выбора и настройки автоматического регулятора. Примеры САУ объектами в области автоматизации технологически процессов.	12

#### 4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Теория автоматического управления</b>			
1	1	Исследование динамических характеристик типовых звеньев САУ	4
3	3	Моделирование работы САУ напряжением синхронного генератора	2
4	3	Оценка устойчивости САУ в программном комплексе МВТУ	2
5	3, 4	Коррекция работы САУ с использованием ПИ-регулятора	2
6	3, 4	Исследование САУ на основе микропроцессорного программируемого терморегулятора	4
	Итого		<b>14</b>

#### 4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
<b>Модуль 1. Теория автоматического управления</b>			
1	2	Определение статических характеристик элементов САУ	2
	2	Построение частотных характеристик типовых звеньев САУ	4
2	3	Определение передаточных функций и их параметров по переходной характеристике	2
3	2, 3	Оценка устойчивости и качества регулирования САУ	4
4	4	Определение параметров настройки автоматических регуляторов	2
	Итого		<b>14</b>

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	<b>Модуль 1. Теория автоматического управления</b>			
1	Введение. Цели и задачи курса. Современное состояние и тенденции развития автоматических и автоматизированных систем управления в области автоматизации технологически процессов. Виды автоматизации. Основные понятия и термины систем автоматического управления (САУ). Пример САУ. Функциональная схема САУ.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Экспресс-опрос на лекции.
2	Классификация САУ. Принципы автоматического управления. Алгоритмы функционирования. Характер воздействия регулятора на объект управления. Релейное управление.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
3	Классификация САУ. Статические и астатические САУ. Законы управления и способы их реализации.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
4	Методы математического описания динамических объектов и систем управления. Статические и динамические характеристики САУ. Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция линейной системы.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
5	Частотные характеристики, их построение. Логарифмические частотные характеристики и их построение. Типовые звенья в ТАУ и их характеристики. Усиленное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
6	Типовые звенья и их характеристики. Аперiodические звенья первого и второго порядков. Колебательное звено. Звено запаздывания.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
7	Структурные динамические схемы САУ, последовательное, параллельное, встречно-параллельное соединение звеньев. Преобразование структурных динамических схем. Перенос узлов и сумматоров.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
8	Устойчивость САУ. Условия устойчивости линейных систем. Корневой критерий устойчиво-	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, вы-	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-

	сти. Алгебраические критерии устойчивости.		полнение расчетно-графического задания	практическим занятиям
9	Частотные критерии устойчивости. Критерии Михайлова и Найквиста. Логарифмический критерий Найквиста. Запасы устойчивости.	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
10	Качество управления САУ. Показатели качества регулирования. Прямые методы оценки качества управления. Косвенные методы оценки качества управления: частотные, интегральные и корневые.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
11	Синтез САУ с заданными показателями качества управления. Методы повышения качества управления. Расчет корректирующих звеньев методом желаемой ЛАЧХ. Графоаналитический метод построения переходных процессов.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
12	Объекты управления и их свойства. Аккумулирующая способность, самовыравнивание, запаздывание. Методы определения постоянной времени. Определение вида и параметров передаточной функции по переходной характеристике.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
13	САУ дискретного действия на базе микроконтроллера. Автоматические регуляторы. Классификация. Системы САУ объектами в области автоматизации технологических процессов.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение расчетно-графического задания	Экспресс-опрос на лекции и зачет по лабораторно-практическим занятиям
14	Ограничения и допущения, принимаемые при выборе и расчете автоматического регулятора. Методика выбора и настройки автоматического регулятора.	31	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции. Подготовка к зачету с оценкой.	Сдача зачета с оценкой.
	Итого	<b>92</b>		

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины «Теория автоматического управления» в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) профиль «Автоматизация технологических процессов» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и функциональные схемы автоматических систем и установок, объектов регулирования, демонстрационные работы на действующих объектах.

### Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	6
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	6
	ПР	Решение ситуационных задач	6
	Итого		18

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные, функциональные и принципиальные схемы систем автоматического регулирования, объектов регулирования, графики, поясняющие их работу и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к лабораторным и практическим занятиям, тестам, выполнение расчетно-графической работы и подготовку к ее защите, подготовку к экзамену.

### 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ<sup>1</sup>

Контроль знаний студентов по дисциплине «Теория автоматического управления» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и итоговый контроль (экзамен).

Методы контроля:

- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- защита отчетов по лабораторным работам;
- решение задач по теме практического материала в аудитории и дома в целях эффективности усвояемости материала на практике;
- проверка расчетно-графической работы;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

<sup>1</sup> Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

### 6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1.	5	ВК, ТАт	ОПК-9, ПК-3, ПК-8, ПК-10, ПК-11	Теория автоматического управления	Текущий контроль РГР Зачет с оценкой

### Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся, как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, др. заданий, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализ вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций, обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырёхпольной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.



## Примеры оценочных средств

(а) для входного контроля (ВК):

1. Как строить графики статических характеристик элементов САУ?
2. Что такое временные и частотные характеристики.
3. Для чего необходимо знать временные и частотные характеристики.
4. Какой вид должны иметь временные характеристики исследуемых звеньев.
5. Как выбрать время интегрирования при исследовании динамических звеньев.
6. Укажите все элементы и блоки функциональной схемы САУ температуры на рабочем стенде.
7. Какова методика регистрации экспериментальных данных (температуры) при выполнении работы.
8. Какие режимы работы САУ температуры исследуются в работе.
9. Какова методика настройки цифрового терморегулятора.
10. Как оценить установившееся значение температуры в двухпозиционном регуляторе.
11. Через какой интервал необходимо измерять текущую температуру при регистрации кривой переходного процесса.
12. Как запрограммировать режим коррекции в терморегуляторе ТРМ10.
13. По какому закону работает терморегулятор ТРМ10.
14. Какие настройки имеет терморегулятор ТРМ10.
15. По каким параметрам зарегистрированной кривой переходного процесса необходимо оценивать качество регулирования температуры.
16. Какова методика оценки устойчивости САУ по критериям Михайлова и Найквиста.

б) для текущей успеваемости (Тат)

1. Приведите схему САУ температуры (из лекций по ТАУ) и опишите ее работу.
2. Особенности автоматизации сельскохозяйственных объектов.
3. Классификация систем автоматического управления.
4. Статическое и динамическое описание элементов и систем в ТАУ.
5. Понятие о типовых входных воздействиях.
6. Типовые динамические звенья их назначение и применение.
7. Усилительное звено. Его динамическая и частотные характеристики.
8. Интегрирующее звено. Его динамическая и частотные характеристики.
9. Дифференцирующее звено. Его динамическая и частотные характеристики.
10. Аperiodическое звено первого порядка. Его динамическая и частотные характеристики.
11. Колебательное звено. Его динамическая и частотные характеристики.
12. Аperiodическое звено второго порядка. Его динамическая частотные характеристики.
13. Консервативное звено. Его динамическая и частотные характеристики.
14. Неустойчивое звено. Его динамическая и частотные характеристики.
15. Запаздывающее звено. Его динамическая и частотные характеристики.
16. Способы соединения элементов САУ.
17. Обратные связи и их назначение.
18. Эквивалентные преобразования структурных схем.
19. Изобразите характер расположения корней характеристических уравнений типовых динамических звеньев: интегрирующего, аperiodического, колебательного.
20. Динамические свойства каких машин, агрегатов близки к свойствам типовых динамических звеньев?
21. Что понимают под коэффициентом демпфирования, и каков его физический смысл?

22. Что понимают под постоянной времени апериодического звена первого порядка, и каков ее физический смысл?
23. Какими методами можно определить постоянную времени апериодического звена первого порядка и апериодического звена второго порядка?
24. Какими способами можно перейти от дифференциального уравнения типового динамического звена к его передаточной функции, временной диаграмме, частотным характеристикам?
25. Каким способом строится ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена первого порядка, интегрирующего звена, колебательного звена?
26. Каким элементарным звеном можно описать животноводческое помещение по каналу «мощность теплового потока – температура внутри помещения» в первом приближении?
27. В чем суть 2-х позиционного регулирования? Сделать сравнение 2-х и 3-х позиционного регулирования.
28. Как изменится частота включения исполнительного механизма, если увеличить дифференциал регулятора? Как при этом изменится качество регулирования?
29. Чем количественно характеризуется тепловая инерционность датчика температуры, от чего она зависит и как влияет на качество регулирования?
30. Какие виды регуляторов применяются при автоматизации технологически процессов? Дайте их краткую характеристику и области применения.
31. По каким показателям ориентировочно выбирается регулятор, и какие виды настроек он имеет?
32. Как зависит характер установившегося процесса САУ при изменении зоны нечувствительности?
33. Что понимают под статической характеристикой позиционного регулятора? Приведите примеры этих характеристик.
34. Пропорциональный регулятор.
35. Интегральный регулятор.
36. Пропорционально-интегральный регулятор.
37. Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор.
38. Что понимают под передаточной функцией? При помощи каких элементарных звеньев можно описать встречающиеся в инженерной практике объекты управления?
39. Что понимают под переходной характеристикой? Какова методика ее определения в лабораторной работе? Что понимают под переходной функцией и переходной характеристикой?
40. Что понимают под постоянной времени объекта управления? Какова методика ее определения?
41. Методы определения постоянной времени.
42. Характеристики объектов управления: аккумулирующая способность, самовыравнивание, запаздывание процесса регулирования, время разгона, статическая ошибка.
43. Понятие об устойчивости линейных систем.
44. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
45. Алгебраический критерий устойчивости Вышнеградского.
46. Частотный критерий устойчивости Михайлова.
47. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
48. Логарифмический критерий устойчивости Найквиста.
49. Запас устойчивости по модулю и по фазе.
50. Прямые показатели качества переходных процессов регулирования, определяемые по переходной характеристике.
51. Частотные критерии качества регулирования САУ.
52. Корневые критерии качества регулирования САУ.
53. Интегральные критерии качества регулирования САУ.

## Вопросы для подготовки к зачету с оценкой

1. Понятие об автоматизации, ее видах; особенности и задачи автоматизации технологически процессов.
2. Основные понятия и термины автоматического управления и регулирования.
3. Структурная схема САУ. Обратные связи.
4. Принципы автоматического управления.
5. Классификация САУ. Критерии: алгоритм функционирования, характер воздействия регулятора на объект управления.
6. Классификация САУ. Критерии: закон управления, наличие статической ошибки.
7. Режимы работы функциональных элементов и САУ.
8. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (усилительное, апериодическое звено первого порядка).
9. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (дифференцирующее и интегрирующее).
10. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (колебательное и консервативное).
11. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (апериодическое звено второго порядка, звено запаздывания).
12. Пример расчета передаточной функции типового звена. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением, временными диаграммами, частотными характеристиками.
13. Частотные характеристики (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ).
14. Логарифмические частотные характеристики.
15. Соединение функциональных элементов в структурно-алгоритмических схемах.
16. Преобразование структурно-алгоритмических схем.
17. Устойчивость САУ. Классический (корневой критерий устойчивости).
18. Алгебраические критерии устойчивости.
19. Частотные критерии устойчивости.
20. Свойства объектов управления. Аккумулирующая способность, самовыравнивание и запаздывание.
21. Методика определения передаточных функций объектов управления.
22. Качество регулирования САУ. Прямые и интегральные методы оценки качества регулирования.
23. Качество управления САУ. Частотные и корневые методы оценки качества управления.
24. Методы улучшения качества управления САУ с помощью дифференцирующих и интегрирующих звеньев.
25. Синтез корректирующих звеньев методом желаемой ЛАЧХ.
26. Построение графика процесса управления методом трапеций.
27. Классификация автоматических регуляторов. Методика выбора и расчета непрерывного автоматического регулятора.
28. Допущения и ограничения, принимаемые при выборе и расчете автоматических регуляторов.
29. Сравнительная характеристика автоматических регуляторов.
30. САУ дискретного действия на базе микроконтроллера.
31. Основные этапы построения САУ. Выбор и исследование объекта регулирования.
32. Влияние устройства воздействия (исполнительного механизма) на работу автоматического регулятора.

## 6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления».
2. Юран С.И. Автоматизация тепловых процессов: метод. указ. к лаб. работам. - Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2016. – 112 с.
3. Юран С.И. Автоматизация тепловых процессов: методические указания для выполнения расчетно-графических работ. 2014. - <http://portal.izhghsha.ru>.

## Структура расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа состоит из трех *индивидуальных* заданий.

В первом задании каждым студентом исследуется одна из конкретных автоматических систем, применяемых в практике сельскохозяйственного производства. Цель задания – совершенствование системы на основе сочетания двух основных принципов управления, а также приобретение навыков составления функциональных схем и изображения в них отдельных элементов.

Второе задание содержит вопросы анализа несложной типовой линейной системы автоматического управления, оценку ее устойчивости с помощью различных критериев, в том числе с использованием программного комплекса МВТУ.

В третьем задании необходимо оценить качество процесса регулирования рассмотренной во втором задании САУ по переходной характеристике.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**7.1 Основная литература**

№	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Режим доступа
1	Автоматика [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов : [по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника"]	А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общ. ред. А. С. Серебрякова	Москва : Юрайт, 2020.	Электронный каталог ИжГСХА  ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>  <a href="https://urait.ru/book/avtomatika-450591">https://urait.ru/book/avtomatika-450591</a>

**7.2 Дополнительная литература**

№	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Режим доступа
1	Автоматика [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» (квалификация бакалавр)	сост. С. И. Юран.	2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. дан. - Ижевск : [б. и.], 2016	<a href="#">Электронный каталог ИжГСХА</a>  <a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
2	Автоматика : практикум [Электронный ресурс]	Нугманов С.С., Машков С.В., Крючин П.В., Гриднева Т.С.	Самара : РИЦ СГСХА, 2016	Электронный каталог ИжГСХА  ЭБС «Рукопт» <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>  <a href="https://lib.rucont.ru/efd/366852">https://lib.rucont.ru/efd/366852</a>

**7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

**Электронно-библиотечная система (ЭБС) ФГБОУ ВО ИжГСХА**

<http://portal.izhgsha.ru>

**Электронно-библиотечная система Рукопт** <http://rucont.ru>

**7.4 Методические указания по освоению дисциплины**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в ра-

бочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Математика», «Метрология», ТОЭ.

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные технические задачи по разработке, настройке и эксплуатации систем автоматического регулирования, а также выявлять возникшие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике.

## **7.5 Перечень информационных технологий, включая перечень информационно-справочных систем (при необходимости)**

### **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

*При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:*

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Приглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

*Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:*

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». «1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование:

Помещение для самостоятельной работы (читальный зал № 1).

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.



## 9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ФАКУЛЬТЕТЕ ЗАОЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

Се- местр	Количество часов						
	Аудитор- ных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Проме- жуточная аттеста- ция	Всего
4	14	58	6	4	4	-	72
5	2	61	-	-	2	9 - экза- мен	72
Итого	16	119	6	4	6	9	144

### 9.1 Структура дисциплины на ФЗО

№ п.п.	Семестр	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС; -промежуточной аттестации КРС
			всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
			<b>144</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>119</b>	
1	4	Введение. Цели и задачи курса. Основные понятия и термины систем автоматического регулирования (САУ). Функциональная схема САУ. Классификация САР	19	2				17	Проработка материалов лекций, выполнение самостоятельной работы
2	4	Статические и динамические характеристики САУ. Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция. Частотные характеристики. Структурные схемы САУ	40	2	2			36	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным и практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы
3	4	Устойчивость САУ. Условия устойчивости САУ. Качество регулирования САУ. Методы оценки качества регулирования.	54	2	2	4		46	Экспресс-опрос на лекции. Зачет по лабораторным и практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы
4	5	Автоматические регуляторы	22		2			20	Зачет по практическим занятиям
5	5	Промежуточная аттестация	9						Экзамен
Итого			<b>144</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>119</b>	<b>9 (экзамен)</b>

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации студентов  
по итогам освоения дисциплины

**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Направление подготовки «Агроинженерия»**

**Профиль подготовки «Автоматизация технологических процессов»**

**Квалификация выпускника – бакалавр**

**Форма обучения – очная, заочная**

Ижевск 2016

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и расчетно-графической работе.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. Определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. Определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Основные сведения о системах автоматического управления	ОПК-9, ПК-3, ПК-8, ПК-10, ПК-11	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Математическое описание элементов и систем в ТАУ	ОПК-9, ПК-3, ПК-8, ПК-10, ПК-11	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Анализ систем автоматического управления и их элементов	ОПК-9, ПК-3, ПК-8, ПК-10, ПК-11	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
4	Автоматические регуляторы	ОПК-9, ПК-3, ПК-8, ПК-10, ПК-11	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ОПК-9	готовностью к использованию технических средств автоматизации и систем автоматизации технологических процессов	принципы действия и применение технических средств автоматизации и систем автоматизации в с.-х. производстве	анализировать работу технических средств автоматизации и систем автоматизации в с.-х. производстве	навыками постановки и решения задач в области использования технических средств автоматизации и систем автоматизации в с.-х. производстве
ПК-3	готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований	методики обработки результатов экспериментальных исследований	обрабатывать результаты экспериментальных исследований	навыками обработки результатов экспериментальных исследований
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	нормативную документацию по эксплуатации машин, технологического оборудования и электроустановок.	контролировать качество проведения регламентных работ машин, технологического оборудования и электроустановок	способами повышения эффективности машин, технологического оборудования и электроустановок.
ПК-10	способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами.	использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами	навыками монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов
ПК-11	способностью использовать технические средства для оп-	методы и способы использования современных технических средств	выбирать и применять на практике современные технические	навыками выбора, подготовки к работе и применения по назначе-

	ределения параметров технологических процессов и качества продукции	для определения и контроля параметров технологических процессов производства и оценки качества с.-х. продукции	средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции.	нию технических средств для определения параметров технологических процессов и качества с.-х. продукции
--	---	--	---	---

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

### **1-й этап (уровень знаний):**

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

### **2-й этап (уровень умений):**

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

### **3-й этап (уровень владения навыками):**

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении экзамена определяются по четырехбалльной системе: «*отлично*», «*хорошо*», «*удовлетворительно*», «*неудовлетворительно*».

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### ***3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)***

##### *3.1.1 Модуль 1. Основные сведения о системах автоматического управления*

1. Укажите особенности автоматизации сельскохозяйственного производства.
2. Чем отличаются понятия автоматический и автоматизированный?
3. Перечислите основные виды автоматизации технологических процессов.
4. Какие принципы управления используются в автоматических устройствах?
5. Сформулируйте понятие системы автоматического управления (САУ).
6. Перечислите признаки, по которым классифицируют САУ.
7. Какие блоки содержит САУ?
8. В чем отличие автоматизации от механизации?
9. Для чего необходима обратная связь в САУ? Какие основные виды обратных связей используют в САУ?

##### *3.1.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем в ТАУ*

1. Какие режимы работы САУ и ее элементов рассматриваются в ТАУ?
2. Для каких целей используется статическое и динамическое описание САУ и ее элементов?
3. Что такое коэффициент передачи и как он определяется?
4. Что такое статическая характеристика САУ и ее элементов?
5. Какие типовые входные воздействия используются при описании САУ и ее элементов?
6. Что понимают под передаточными функциями и с какой целью они используются?
7. Что такое частотные характеристики и с какой целью они используются?
8. В чем преимущества логарифмических частотных характеристик?
9. Дайте определение типового динамического звена.
10. Какие типовые динамические звенья используются при описании САУ в ТАУ?

##### *3.1.3 Модуль 3. Анализ систем автоматического управления и их элементов.*

1. Что включает понятие «качество управления» САУ?
2. Какие показатели качества управления САУ можно получить, применяя частотный и интегральный методы оценки качества управления?
3. Что такое устойчивость САУ? Поясните важность определения данного показателя.
4. Какие алгебраические критерии устойчивости используются при оценке работы САУ?

5. Какие частотные критерии устойчивости используются для анализа САУ?
6. Что такое запасы устойчивости САУ и каковы рекомендуемые значения этих показателей?
7. По каким показателям оценивается качество управления САУ? Приведите примеры.

### *3.1.4 Модуль 4. Автоматические регуляторы*

1. Что такое автоматический регулятор?
2. Какие блоки содержит автоматический регулятор?
3. По каким признакам классифицируются автоматические регуляторы?
4. Приведите примеры автоматических регуляторов по виду регулируемого параметра.
5. Приведите примеры автоматических регуляторов по характеру воздействия на объект управления.
6. Приведите примеры автоматических регуляторов по конструктивному исполнению.
7. Какие виды автоматических регуляторов используются в САУ?

## **3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)**

### *3.2.1 Модуль 1. Основные сведения о системах автоматического регулирования*

1. Приведите функциональную схему САУ и поясните ее принцип действия.
2. Обоснуйте преимущества принципа управления по отклонению по сравнению с принципом управления по возмущению.
3. Даны два объекта управления. Первый объект имеет коэффициент емкости  $c_1=250$ , а у второго коэффициент емкости  $c_2=540$ . В каком объекте управления будет медленнее изменяться управляемая величина под действием управляющего и возмущающего воздействий.
4. Приведите свойства объектов управления и укажите их влияние на работу САУ.
5. Как влияет аккумулирующая способность объекта управления на работу САУ? Обоснуйте примерами.
6. Как зависит чувствительность САУ к внешним воздействиям от коэффициента емкости?
7. Как влияет транспортное запаздывание на работу САУ?

### *3.2.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем автоматики*

1. Как строятся логарифмические частотные характеристики?
2. Как выбирается масштаб на осях логарифмических характеристик?
3. Какое типовое динамическое звено имеет наклон ЛАЧХ  $(-20)$  дБ/дек?
4. Поясните методику получения передаточной функции.
5. Динамические свойства каких объектов ТАУ близки к свойствам типовых динамических звеньев?
6. Приведите примеры объектов ТАУ, описываемых усилительным звеном. Поясните их свойства.
7. Приведите примеры объектов ТАУ, описываемых апериодическим звеном первого порядка. Поясните их свойства.
8. Приведите примеры объектов ТАУ, описываемых апериодическим звеном второго порядка. Поясните их свойства.



### 3.2.3 Модуль 3. Анализ систем автоматического регулирования и их элементов

1. Поясните методику определения основных показателей качества регулирования САУ по переходной характеристике.
2. Какая из двух САУ будет ближе к границе устойчивости, если первая САУ имеет перерегулирование, равное 20%, а вторая имеет перерегулирование, равное 4%?
3. АФЧХ разомкнутой САУ пересекает действительную ось в точке  $(-0,4)$ . Каков будет запас устойчивости замкнутой САУ по амплитуде?
4. Какими методами можно определить постоянную времени апериодических звеньев первого и второго порядка? Поясните примерами.
5. АФЧХ разомкнутой САУ пересекает действительную ось в точке  $(-0,5)$ . Будет ли данная замкнутая САУ устойчива?
6. Коэффициент демпфирования (затухания) типового звена второго порядка равен 1,1. Какое это звено? Приведите его переходную характеристику.

### 3.2.4 Модуль 4. Автоматические регуляторы

1. По каким показателям выбирается автоматический регулятор, и какие виды настроек он имеет?
2. Как зависит характер установившегося процесса в САУ от изменения зоны нечувствительности?
3. Чем количественно характеризуется тепловая инерционность датчика температуры, от чего она зависит и как влияет на качество регулирования? Пояснить графически.
4. Как изменится частота включения исполнительного механизма, если увеличить дифференциал регулятора? Как при этом изменится качество регулирования?
5. Поясните работу двухпозиционного регулятора по временной и статической характеристике.
6. Дайте сравнительную характеристику 2-х и 3-х позиционного регулирования.
7. Какова методика расчета (выбора) параметров автоматического регулятора?

## 3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

### 3.3.1 Модуль 1. Основные сведения о системах автоматического регулирования

1. Дана САУ, работающая по пропорциональному закону. Чему равен сигнал на выходе усилительно-преобразующего устройства, имеющего коэффициент передачи, равный 16, если сигнал ошибки управления составляет 0,2 В.
2. Определить транспортное запаздывание в САУ при поступлении по транспортеру в кормушку для животных корма, если длина транспортера равна 14 м, а скорость перемещения корма равна 0,2 м/с.
3. Чему будет равен коэффициент передачи замкнутой САУ, если все блоки схемы имеют коэффициент передачи, равный 1.
4. Для расчета показателей качества работы автоматической установки необходимо определить параметры передаточной функции термометра сопротивления. Для этого скачком изменили температуру с 16 до 100 °С и получили следующие приращения сопротивления во времени

T, с	0	10	20	30	60	120	180	240	300
$\Delta R$ , Ом	0	0,14	0,24	0,34	0,54	0,74	0,82	0,84	0,86

Постройте кривую переходного процесса и по ней определите вид и параметры передаточной функции датчика.

5. Дана типовая функциональная схема САУ. Чему будет равен коэффициент передачи замкнутой САУ, если все блоки схемы в цепи прямой связи имеют коэффициенты передачи, равные 10, а коэффициент передачи в цепи обратной связи равен 0,25?

### 3.3.2 Модуль 2. Математическое описание элементов и систем автоматики

1. Построить ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена первого порядка при  $k = 200$  и  $T = 0,2$  с.
2. Для апериодического звена первого порядка оценить несовпадение амплитуд асимптотической и реальной ЛАЧХ на частоте сопряжения.
3. Построить частотные характеристики апериодического звена первого порядка при  $k = 60$  и  $T = 5$  с.
4. Для апериодического звена первого порядка определить наклон ЛАЧХ на частотах, превышающих частоту сопряжения.
5. Характеристическое уравнение САУ имеет вид:  $X^3 + 1,5X^2 + 4X + 10 = 0$ . Определить устойчивость САУ по критерию Вышнеградского. Если система неустойчива, определить при каком значении коэффициента  $a_4$  система перейдет в устойчивое состояние.

### 3.3.3 Модуль 3. Анализ систем автоматического регулирования и их элементов

1. Определите перерегулирование в САУ, если максимальное значение температуры во время переходного процесса составило  $38^\circ\text{C}$ , а установившееся значение составило  $35,4^\circ\text{C}$ .
2. Экспериментальная кривая переходного процесса САУ представлена числовым массивом, сведенным в таблицу. Определите время регулирования САУ, если установившееся значение равно 62, а зона нечувствительности равна 2.

В	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
У	0	4	11	22	33	44	51	55	57	58	59	60

3. Чему будет равна установившаяся статическая ошибка САУ температуры, если установившееся значение составило  $70,5^\circ\text{C}$ , а заданная температура была  $71,2^\circ\text{C}$ .
4. Дана экспериментальная кривая переходного процесса САУ, представленная числовым массивом, сведенным в таблицу. Определите постоянную времени методом касательной, методом «0,632» и экспресс-методом.

В	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
У	0	4	11	22	33	44	51	55	57	58	59	60

5. АФЧХ разомкнутой САУ пересекает действительную ось в точке  $(-0,54)$ . Будет ли САУ устойчива? Какой запас устойчивости по амплитуде имеет замкнутая САУ?
6. Какая из двух замкнутых САУ будет более устойчива, если у первой САУ запас устойчивости по фазе составил  $43^\circ$ , а у второй САУ составил  $116^\circ$ ? При этом запасы устойчивости по амплитуде этих САУ равны.

### 3.3.4 Модуль 3. Автоматические регуляторы

1. С помощью автоматического регулятора температуры поддерживается температура  $t_3 = 6^\circ\text{C}$ . Датчик регулятора имеет чувствительность  $12000 \text{ Ом}/^\circ\text{K}$ . Можно ли его заменить

другим датчиком этого же типа, имеющим статическую характеристику вида  $R=9,8 \cdot 10^5 \cdot e^{(5300/T)}$  и ту же инерционность, что и вышедший из строя датчик.

2. Постройте по приведенным данным статическую характеристику датчика температуры автоматического регулятора и определите коэффициент чувствительности в рабочей точке, равной  $42^\circ$ . Экспериментально полученные точки (температура в градусах, сопротивление датчика в кОмах) имеют следующие значения: 1. (20, 3,00); 2. (40, 1,62); 3. (60, 0,98); 4. (80, 0,65); 5. (100, 0,41).
3. Определите аналитически коэффициент чувствительности датчика температуры в автоматическом регуляторе, имеющего следующий вид статической характеристики:  

$$R = R_\infty \cdot e^{\frac{B}{T+273}}$$
при  $R_\infty = 0,04 \text{ кОм}$ ,  $B=65 \text{ кОм}/^\circ\text{К}$ ,  $T=16^\circ\text{C}$ .
4. Найти коэффициент статизма САУ уровнем воды, если при изменении расхода воды на 200 л, уровень воды уменьшился на 0,25 м? При этом номинальные значения уровня и расхода воды составляют соответственно 4 м и 400 л.
5. Емкость бака в САУ уровнем воды равна 120000 л, а высота бака равна 4,5 м. Чему равен коэффициент емкости объекта управления?
6. Экспериментальная кривая переходного процесса фермы представлена числовым массивом, сведенным в таблицу. Числовой массив приведен в относительных единицах. Входным воздействием является единичный ступенчатый сигнал равный 10 относительным единицам. Определить общий вид передаточной функции фермы, как объекта регулирования, и его параметры.

В	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
У	0	4	11	22	33	44	51	55	57	58	59	60

## Структура курсовой работы

Расчетно-графическая работа состоит из трех *индивидуальных* заданий.

В первом задании каждым студентом изучается одна из конкретных автоматических систем, применяемых в практике сельскохозяйственного производства. Цель задания – совершенствование системы на основе сочетания двух основных принципов управления, а также приобретение навыков составления функциональных схем и изображения в них отдельных элементов.

Второе задание содержит вопросы анализа несложной типовой линейной системы автоматического управления, оценку ее устойчивости с помощью различных критериев, в том числе с использованием программного комплекса МВТУ.

В третьем задании необходимо оценить качество процесса регулирования рассмотренной во втором задании САУ по переходной характеристике.

### Примеры вопросов по расчетно-графической работе

1. Какой принцип действия выбранной САУ?
2. Укажите на технологической схеме САУ основные блоки, входящие в функциональную схему.
3. Какой вид обратной связи применен в САУ?
4. Какой принцип регулирования использован в исходной схеме САУ?
5. Почему после введения в схему САУ дополнительного контура регулирования качество работы САУ повысится?
6. Поясните методику определения передаточной функции замкнутой САУ.
7. Как определить показатели качества регулирования САУ по переходной характеристике, полученной с помощью моделирования в программном комплексе МВТУ?

## Вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие об дисциплине ТАУ, автоматизации, ее видах; особенности и задачи автоматизации сельскохозяйственного производства.
2. Основные понятия и термины автоматического управления и регулирования.
3. Функциональная схема САУ. Обратные связи.
4. Принципы автоматического управления.
5. Классификация САУ. Критерии: алгоритм функционирования, характер воздействия регулятора на объект регулирования.
6. Релейное регулирование. Примеры релейных регуляторов.
7. Классификация САУ. Критерии: закон управления, наличие или отсутствие установившейся статической ошибки.
8. Режимы работы функциональных элементов и САУ.
9. Статические характеристики САУ и ее элементов.
10. Типовые входные воздействия в ТАУ.
11. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (усилительное, апериодическое звено первого порядка). Примеры.
12. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (дифференцирующее и интегрирующее). Примеры.
13. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (колебательное и консервативное). Примеры.
14. Типовые звенья в ТАУ и виды их описаний (апериодическое звено второго порядка, звено запаздывания). Примеры.
15. Передаточные функции.
16. Пример расчета передаточной функции типового звена. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением, временными диаграммами, частотными характеристиками.
17. Частотные характеристики (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ).
18. Логарифмические частотные характеристики.
19. Соединение функциональных элементов в структурных динамических схемах.
20. Преобразование структурных динамических схем.
21. Устойчивость САУ. Классический (корневой критерий устойчивости).
22. Алгебраические критерии устойчивости.
23. Частотные критерии устойчивости.
24. Свойства объектов управления. Аккумулирующая способность, самовыравнивание и запаздывание.
25. Постоянная времени и методы ее определения.
26. Методика определения передаточных функций объектов управления.
27. Качество регулирования САУ. Прямые и интегральные методы оценки качества управления.
28. Качество регулирования САУ. Частотные и корневые методы оценки качества управления.
29. Методы улучшения качества регулирования САУ с помощью дифференцирующих и интегрирующих звеньев.
30. Анализ логарифмической характеристики САУ.
31. Синтез корректирующих звеньев методом желаемой ЛАЧХ.
32. Построение графика процесса управления методом трапеций.
33. Классификация автоматических регуляторов. Методика выбора и расчета непрерывного автоматического регулятора.
34. Допущения и ограничения, принимаемые при выборе и расчете автоматических регуляторов.
35. Сравнительная характеристика автоматических регуляторов.
36. САУ дискретного действия на базе микроконтроллера.
37. Основные этапы построения САУ. Выбор и исследование объекта регулирования.

38. Влияние устройства воздействия (исполнительного механизма) на работу автоматического регулятора.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций, обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра Автоматизированный электропривод

### Экзаменационный билет №4

по дисциплине «Теория автоматического управления»  
Профиль подготовки - Автоматизация технологических процессов

1. Принципы автоматического регулирования по отклонению и возмущению. Примеры.
2. Косвенные методы оценки качества регулирования САУ. Частотные методы.
3. Построить логарифмические частотные характеристики для звена с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{20}{p(p+1)}.$$

---

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры, протокол №\_\_ от \_\_ \_\_\_\_\_ 2016 г.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор

Кондратьева Н.П.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО  
ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра Автоматизированный электропривод

### Экзаменационный билет №6

по дисциплине «Теория автоматического управления»  
Профиль подготовки - Автоматизация технологических процессов

1. Комбинированный принцип автоматического регулирования и принцип разомкнутого регулирования.
2. Методы улучшения качества регулирования САУ с помощью дифференцирующих и интегрирующих звеньев.
3. САР состоит из объекта регулирования и автоматического регулятора, соответственно, имеющих передаточные функции:

$$W_{OP}(p) = \frac{12}{60p+1}, \quad W_{AP}(p) = \frac{4}{20p}.$$

Система охвачена отрицательной обратной связью. Определить устойчивость системы по критерию Михайлова.

---

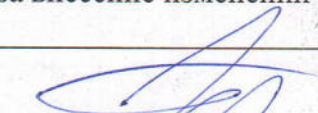

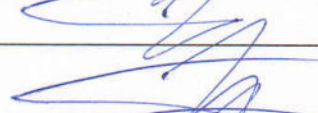



Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры, протокол №\_\_ от \_\_ \_\_\_\_\_ 2016 г.

Зав. кафедрой АЭП,  
профессор

Кондратьева Н.П.



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	21, 22, 23, 24	23.06.2017 пр. № 9	
2	21, 22, 23, 24	20.06.2018 пр. № 7	
3	21, 22, 23, 24	17.06.2019 пр. № 10	
4	21, 22, 23, 24	30.08.2019 пр. № 1	
5	21, 22, 23, 24	27.08.2020 пр. № 1	
6	21, 22, 23, 24	20.11.2020 пр. №3	
7	21, 22, 23, 24	31.08.2021 пр. №1	