

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Проектирование и эксплуатация атомных станций	<b>Код ОП</b> 14.05.02/01.01  <b>Учебный план №</b> 5111
<b>Направление подготовки</b> Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	<b>Код направления подготовки и уровня образования</b>
<b>Уровень образования</b> специалитет	14.05.02
<b>Квалификация, присваиваемая выпускнику</b> Инженер-физик	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b>
<b>ФГОС ВО</b>	17.08.2015, № 849

СОГЛАСОВАНО  
ДИРЕКЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Подпись</b>
1	Акифьева Наталья Николаевна	----	ст. преподаватель	АСиВИЭ	

**Рекомендовано учебно-методическим советом** Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

В.И.Денисенко

**Согласовано:**

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы

С. Е. Щеклеин

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

Дисциплина «Автоматизированные системы управления атомных электростанций» относится к базовой части образовательной программы и является дисциплиной специализации. Дисциплина посвящена изучению принципов построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), изучению особенностей построения АСУ ТП для атомных электростанций, структуры и функций АСУ ТП АЭС. Особое внимание уделяется теоретическим основам построения автоматических систем регулирования (АСР) в составе АСУ ТП.

Для успешного освоения необходимо предварительное изучение дисциплин «Математические методы моделирования физических процессов», «Электротехника и электроника» и «Метрология, стандартизация и сертификация». Знания и навыки, полученные в ходе изучения «Автоматизированных систем управления атомных электростанций», будут востребованы при изучении курсов «Проектирование атомных станций» и «Принципы обеспечения безопасности АЭС», а также при дипломном проектировании.

## **1.2. Язык реализации программы – русский.**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ОПК-1 – способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ПК-2 – способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;

ПК-15 – способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для информационных систем проектов ЯЭУ и их компонентов;

ПК-19 – готовность использовать средства автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов;

ПСК-1.3 – способность использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС.

В результате освоения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- классификацию систем автоматического управления;
- структурное построение АСУ ТП АЭС;
- функции АСУ ТП АЭС;
- теоретические модели, используемые для описания динамики линейных объектов

управления и элементов АСР (автоматических систем регулирования);

### **Уметь:**

- решать базовые задачи анализа динамики линейных объектов и АСР;
- решать простейшие задачи параметрического синтеза линейных АСР;

### **Владеть:**

- методами моделирования динамики линейных объектов;
- методами настройки линейных регуляторов.

#### 1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9	
1.	<b>Аудиторные занятия</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	
2.	Лекции	51	51	51	
3.	Практические занятия	34	34	34	
4.	Лабораторные работы	17	17	17	
5.	<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>96</b>	<b>15,3</b>	<b>96</b>	
6.	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>18</b>	<b>2,33</b>	<b>Экзамен (18)</b>	
7.	<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>216</b>	<b>119,63</b>	<b>216</b>	
8.	<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	

#### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Структура и функции АСУ ТП АЭС	Аппаратная структура АСУ ТП АЭС. Устройства полевого уровня. Уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК). Верхний уровень АСУ ТП АЭС (SCADA уровень). Автоматизированные рабочие места. Понятие программно-технического комплекса АСУ ТП АЭС. Функциональные подсистемы АСУ ТП АЭС. Система управления и защиты реакторной установки (СУЗ РУ) и ее связь с общетехнологической АСУ ТП АЭС.
P2	Основные понятия теории автоматического регулирования	Принципиальная схема автоматической системы регулирования. Понятие переходного процесса. Классификация АСР. Математические модели АСР. Линейные дифференциальные уравнения. Модели динамики линейных объектов.
P3	Передаточная функция линейной АСР.	Операционное преобразование Лапласа. Предельная теорема. Теорема запаздывания. Таблица преобразования Лапласа. Формы представления изображений. Понятие передаточной функции линейной «точечной» непрерывной АСР и ее отдельного звена. Нули и полюса передаточной функции. Импульсная передаточная функция дискретной АСР.
P4	Элементарные динамические звенья.	Элементарные звенья линейной АСР. Их передаточные функции. Отклик звеньев на ступенчатое возмущение на входе. Отклик звеньев на осциллирующее возмущение. Исследование звена реальной АСР на принадлежность типу. Структурный анализ линейных АСР. Декомпозиция линейной АСР на элементарные звенья. Описание динамики линейной АСР системой ОЛДУ. Передаточные функции простейших структур. Вывод передаточной функции АСР. Характеристическое уравнение линейной АСР. Степени свободы АСР. Физический

		смысл модели АСР с двумя и более степенями свободы. Передаточные функции простейших структур. Последовательное и параллельное соединение звеньев. Звено, охваченное обратной связью. Структурные преобразования схем сложных АСР.
<b>P5</b>	Частотные характеристики линейных АСР.	Переходный процесс при подаче на вход линейного звена или линейной АСР частотного возмущения. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Логарифмическая АЧХ (ЛАЧХ). Логарифмическая единица «децибел». Построение АФХ, АЧХ и ФЧХ для усилительного, интегрирующего, апериодического, дифференцирующего и запаздывающего звеньев. Построение АФХ, АЧХ и ФЧХ для колебательного звена n-го порядка при $n > 1$ . Собственная частота колебательного звена. Резонанс.
<b>P6</b>	Устойчивость линейных АСР.	Понятие устойчивости линейных АСР. Устойчивость и корни характеристического уравнения. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной АСР. Анализ устойчивости по положению полюсов передаточной функции на комплексной плоскости. Признак устойчивости линейной АСР. Критерий устойчивости Раussa. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.
<b>P7</b>	Статизм и астатизм линейных звеньев и АСР.	Понятие статизма и астатизма звена линейной АСР. Порядок астатизма линейной АСР в разомкнутом состоянии. Статизм-астатизм элементарных звеньев. Статизм и астатизм замкнутых АСР. Обеспечение астатизма при регулировании по управляющему воздействию и при регулировании по возмущению.
<b>P8</b>	Параметрический синтез линейных АСР	Показатели качества переходного процесса. Колебательность или апериодичность. Постоянная времени. Метод оценки степени устойчивости и степени колебательности по распределению корней характеристического уравнения. Статизм-астатизм. Параметрический синтез. П, ПИ и ПИД-регулятор. Подбор типового закона регулирования для линейной АСР, исходя из особенностей объекта и требований к качеству переходного процесса.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																						
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)								Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)					
								Всего (час.)	Лекция	Практ. семинар. занятие	Лабораторное занятие	И/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод инояз. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*	Коллоквиум*	Зачет	Экзамен	
P1	Структура и функции АСУ ТП АЭС	42	24	16	0	8	18	14	3,2	0	10,8	0											4	1		Зачет			Экзамен
P2	Основные понятия теории автоматического регулирования	35	18	6	12	0	17	14	1,2	12,8	0	0											3	1					
P3	Передаточная функция линейной АСР.	14	10	8	2	0	4	4	1,6	2,4	0	0											0						
P4	Элементарные динамические звенья.	16	8	4	4	0	8	5	0,8	4,2	0	0											3	1					
P5	Частотные характеристики линейных АСР.	17	10	4	6	0	7	7	0,8	6,2	0	0											0						
P6	Устойчивость линейных АСР.	41	13	5	8	0	28	10	1	9	0	18					1						0						
P7	Статизм и астатизм линейных звеньев и АСР.	9	6	4	2	0	3	3	0,8	2,2	0	0											0						
P8	Параметрический синтез линейных АСР	24	13	4	0	9	11	11	0,8	0	10,2	0											0						
	<b>Всего (час), без учета промежуточной аттестации:</b>	<b>198</b>	<b>102</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>96</b>	<b>68</b>	<b>10,2</b>	<b>36,8</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>					
	<b>Всего по дисциплине (час.):</b>	<b>216</b>	<b>102</b>				<b>114</b>	В т.ч. промежуточная аттестация														<b>0</b>	<b>18</b>						

\*Суммарный объем в часах на мероприятие указывается в строке «Всего (час.) без учета промежуточной аттестации»

#### 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Тема работы	Время на проведение работы (час.)
P1	1	Создание проекта схемы дистанционного управления краном шаровым в ПТК «Конграф» (Московский завод тепловой автоматики)	8
P8	2	Виртуальная настройка ПИ-регулятора в составе линейной АСР и исследование переходных процессов на модели параметризуемой АСР в среде SimuLink (MATLAB)	9
Всего			17

##### 4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Нахождение общего решения НЛДУ	4
P2	2	Моделирование переходного процесса в объектах с самовыравниванием и без самовыравнивания уровня	4
P2	3	Моделирование переходных процессов в RLC-четырёхполюсниках	4
P3	4	Запись передаточной функции по дифференциальному уравнению АСР	2
P4	5	Построение простой и импульсной переходной характеристики для колебательного звена с $D < 0$	2
P4	6	Получение передаточной функции сложной АСР по графу линейной АСР	2
P5	7	Построение частотных характеристик колебательного звена с $D < 0$	6
P6	8	Решение задач на критерии устойчивости Раусса, Михайлова и Найквиста	8
P8	9	Обеспечение астатизма при регулировании по управляющему воздействию	2
Всего:			34

##### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

###### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

###### 4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

###### 4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

###### 4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

###### 4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

#### 4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Выведение области устойчивости в плоскости настроек двухпараметрического регулятора (ПИ-регулятора) для АСР, состоящей из последовательного соединения ПИ-регулятора и объекта второго порядка, охваченных обратной связью.

#### 4.3.7. Примерный перечень тем курсовых работ

Не предусмотрено.

#### 4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Функциональные подсистемы АСУ ТП АЭС.
2. Классификация АСР (автоматических систем регулирования).
3. Получение передаточной функции сложной АСР методом структурных преобразований.

#### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

### 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (моделирование в среде Simulink)
P1					*		*					
P2							*					*
P3												*
P4												*
P5												*
P6				*								*
P7												*
P8												*

### 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

### 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

### 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)



## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1.Рекомендуемая литература**

#### **9.1.1.Основная литература**

1. Глазырин, М. В. Автоматизированные системы управления тепловыми электростанциями : учебное пособие. I. Основы функционирования АСУ ТП ТЭС / М.В. Глазырин .— Новосибирск : НГТУ, 2011 .— 42 с. — ISBN 978-5-7782-1704-1 .—

[URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228766](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228766)

2. Родионов, Валерий Дмитриевич. Технические средства АСУ ТП : Учеб. пособие для вузов / В.Д. Родионов, В.А. Терехов, В.Б. Яковлева; Под ред. Б.Б. Яковлева .— М. : Высш. шк., 1989 .— 263 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 258-259 (41 назв.). - Предм. указ.: с. 260-261. — допущено в качестве учебного пособия .— 1.00. – 85 экз.

#### **9.1.2.Дополнительная литература**

1. Автоматизация типовых технологических процессов и установок : Учебник для вузов / А. М. Корытин, Н. К. Петров, С. Н. Радимов и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1988 .— 432 с. — допущено в качестве учебника .— 1.30. – 27 экз..

2. Вальков, Виталий Михайлович. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В. М. Вальков, В. Е. Вершин .— 3-е изд., перераб. и доп. — Л. : Политехника, 1991 .— 269 с. — без грифа .— 5.28. – 20 экз.

### **9.2.Методические разработки**

1. Пахалуев В.М., Акифьева Н.Н. Основы метрологии: учебное пособие. – Екатеринбург, Изд-во УГТУ-УПИ, 2004.

### **9.3.Программное обеспечение**

1. SimuLink – MatLab.

### **9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Электронный каталог зональной научной библиотеки УрФУ. Режим доступа: [lib.urfu.ru](http://lib.urfu.ru)

### **9.5.Электронные образовательные ресурсы**

1. Н.Н.Акифьева. Управление технологическими процессами атомных электростанций. УМК. <http://study.urfu.ru/Aid/ViewFiles/8425>

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Для проведения лекционных занятий используется специализированная аудитория с мультимедийным проектором. Лабораторные работы должны выполняться в специализированной аудитории, оснащенной лабораторными стендами. Практические занятия проводятся в классах, оснащенных современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала; число рабочих мест в классах должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

**6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины –**

**6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Посещение</i>	9, 1-17	40
<i>Контрольная работа 1</i>	9, 1-3	20
<i>Контрольная работа 2</i>	9, 4-6	20
<i>Контрольная работа 3</i>	9, 9-11	20
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3</b>		
<b>Текущая аттестация на практических занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение заданий на занятии</i>	9, 1-17	50
<i>Расчетно-графическая работа</i>	9, 9-14	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	9, 9-17	60
<i>Оформление отчетов</i>	9, 9-17	40
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена</b>		

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы**

Не предусмотрено.

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 9	1

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ  
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.*

*Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.*

*В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.*

**8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

## 8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.3.1. Примерные задания для расчетно-графической работы

**Пример 1.** Вывести область устойчивости в плоскости настроек регулятора с пропорциональной и интегрирующей частями *и аperiodическим объектом*.

**Пример 2.** Вывести область устойчивости в плоскости настроек регулятора с пропорциональной и интегрирующей частями *и колебательным объектом*.

### 8.3.2. Примерные задания для проведения контрольных работ

**Контрольная работа №1. Р1.Т2. Функциональные подсистемы АСУ ТП АЭС.**

Дать развернутую характеристику одной из шести функциональных подсистем (по вариантам):

- подсистема сбора, обработки и распределения информации о значения технологических параметров, положении и состоянии ЗРА (запорно-регулирующей арматуры) и МСН (механизмов собственных нужд);
- подсистема автоматического регулирования;
- подсистема дискретного управления в нормальных режимах;
- подсистема аварийных защит (дискретного управления в аномальных режимах);
- подсистема дистанционного управления ЗРА и МСН;
- интерфейс «оператор-объект»

**Контрольная работа №2. Р2.Т1. Классификация АСР (автоматических систем регулирования).**

Привести классификацию дискретных АСР.

Привести классификацию релейных АСР.

**Контрольная работа №3. Р6.Т1. Получение передаточной функции сложной АСР методом структурных преобразований.**

Пользуясь методом «графов», вывести передаточную функцию типовых структур:

- последовательного соединения линейных звеньев;
- параллельного соединения линейных звеньев:
- звена, охваченного жесткой обратной связью
- звена, охваченного обратной связью со звеном на ветви обратной связи.

### 8.3.3. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

### 8.3.4. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Аппаратура полевого уровня АСУ ТП АЭС.
2. Уровень программируемых логических контроллеров (ПЛК). Profibus.
3. Верхний уровень АСУ ТП АЭС (SCADA уровень). Связь устройств верхнего уровня между собой и с уровнем ПЛК по сети ETHERNET.
4. Понятие программно-технического комплекса АСУ ТП.
5. Функциональные подсистемы АСУ ТП АЭС.

6. Моделирование динамики линейных «точечных» систем обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями. Общие решения ОЛДУ и НЛДУ. Возмущающая функция. Принцип суперпозиции в решении ЛДУ. Понятие переходного процесса.
7. Линеаризация нелинейных моделей.
8. Понятие передаточной функции линейной «точечной» непрерывной АСР и ее отдельного звена. Нули и полюса передаточной функции.
9. Структурная схема линейной АСР. Декомпозиция линейной АСР на элементарные звенья. Вывод передаточной функции сложной АСР.
10. Передаточные функции простейших структур. Последовательное и параллельное соединение звеньев. Звено, охваченное обратной связью. Структурные преобразования схем сложных АСР.
11. Операционное преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Предельная теорема. Теорема запаздывания. Таблица преобразования Лапласа. Формы представления изображений.
12. Переходный процесс при подаче на вход линейного звена или линейной АСР частотного возмущения. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ).
13. АФХ, АЧХ и ФЧХ для усилительного, интегрирующего, апериодического, дифференцирующего и запаздывающего звеньев. Построение АФХ, АЧХ и ФЧХ для колебательного звена  $n$ -го порядка при  $n > 1$ . Собственная частота колебательного звена. Резонанс.
14. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной АСР. Анализ устойчивости по положению полюсов передаточной функции на комплексной плоскости.
15. Критерий устойчивости Раунса.
16. Критерий устойчивости Михайлова.
17. Критерий устойчивости Найквиста.
18. Понятие статизма и астатизма звена линейной АСР. Порядок астатизма разомкнутой АСР. Статизм-астатизм элементарных звеньев.
19. Обеспечение астатизма при регулировании по управляющему воздействию.
20. Параметрический синтез. П, ПИ и ПИД-регулятор. Подбор типового закона регулирования для линейной АСР, исходя из особенностей объекта и требований к качеству переходного процесса.

#### **8.3.5. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

Не используются.

#### **8.3.6. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля**

Не используются.

#### **8.3.7. Интернет-тренажеры**

Не используются.