

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Теория автоматического управления  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по познанию фундаментальных принципов управления объектами, методов построения моделей систем автоматического управления и исследования процессов в этих системах.

Задачи дисциплины:

- изучение организации и архитектуры систем управления объектами, методов проектирования автоматических систем, моделей вычислений, синтеза дискретных корректирующих алгоритмов;
- формирование умения проектировать программное обеспечение с использованием подхода, ориентированного на модель системы;
- формирование умения разрабатывать структурные схемы систем и ее элементы по модели функциональных алгоритмических структур;
- формирование навыков работы в обработке, анализе и представлении результатов исследований объектов и систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- принципы управления объектами;
- статические и астатические САУ;
- аналитические и графические модели автоматических систем;
- методы анализа качества САУ;
- методы синтеза линейных автоматических систем;
- цифровые САУ;
- нелинейные системы;
- оптимальные, адаптивные, стохастические САУ.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает современные информационные технологии, математические пакеты, применяемые для синтеза и анализа систем автоматического управления	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для анализа устойчивости и качества автоматических систем	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками математического моделирования при синтезе и анализе систем автоматического управления	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Курсовая работа
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает состав, этапы, последовательность проектирования автоматических систем управления в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, знает принципы управления объектами, математическое описание САУ, методы анализа устойчивости и качества автоматических систем, методы синтеза систем управления с ЭВМ в качестве управляющего устройства, методы проектирования оптимальных режимов функционирования автоматических систем, методы исследования автоматических систем	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства для синтеза систем автоматического управления в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками использования основных	Владеет навыками расчета схем и режимов работы	Защита лабораторно

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		программных и технических средств проектирования систем автоматического управления в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	электронных и электротехнических установок	й работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	81	81	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Математическое описание объектов и систем автоматического управления	6	4	3	16
Тема 1. Объекты и системы управления; классификация САУ. Тема 2. Математические модели объектов и систем управления. Тема 3. Фундаментальные принципы управления.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Преобразование структурных схем и анализ устойчивости и качества САУ; синтез систем управления	8	16	5	16
Тема 4. Типовые динамические звенья систем управления. Тема 5. Передаточные функции систем различной структуры и преобразование структурных схем; методика построения логарифмических частотных характеристик САУ. Тема 6. Устойчивость и качество САУ. Тема 7. Синтез систем управления.				
Дискретные, нелинейные, оптимальные, адаптивные, стохастические САУ	13	16	6	31
Тема 8. Дискретные системы. Тема 9. Нелинейные системы. Тема 10. Оптимальные, адаптивные и стохастические САУ.				
ИТОГО по 5-му семестру	27	36	14	63
ИТОГО по дисциплине	27	36	14	63

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Математическое описание объектов САУ.
2	Построение частотных характеристик звеньев и систем управления технологическими объектами.
3	Расчет устойчивости автоматических систем.
4	Анализ качества САУ в статике и динамике.
5	Синтез САУ.
6	Математическое описание цифровых САУ и синтез алгоритмов управления цифровых систем.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Экспериментальное исследование динамических характеристик типовых звеньев систем управления.
2	Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления.
3	Исследование качества линейных систем автоматического управления.
4	Синтез линейных систем автоматического управления.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
5	Анализ и синтез САУ методами пространства состояний.
6	Исследование нелинейных систем автоматического управления.
7	Исследование импульсных и цифровых систем автоматического управления.
8	Оптимальное управление техническими объектами.

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проектирование позиционной системы микропроцессорного управления электронно-лучевой установки (по вариантам).

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления : учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 749 с.	50
2	Васильев Е. М., Коломыцев В. Г. Теория автоматического управления. Дискретные системы : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 151 с. 9,5 усл. печ. л.	39
3	Васильев Е. М., Коломыцев В. Г. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 114 с. 7,25 усл. печ. л.	46
4	Дорф Р. К., Бишоп Р. Х. Современные системы управления : пер. с англ. Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. 831 с. 67,08 усл. печ. л.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Лукас В.А. Теория управления техническими системами : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 676 с.	50
2	Математические основы теории автоматического управления. Т. 2. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 615 с.	9
3	Математические основы теории автоматического управления. Т. 3. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 350 с.	2
4	Проектирование микропроцессорных систем автоматического управления. Синтез систем автоматического управления. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1997. 175 с.	98
5	Теория автоматического управления : учебник для вузов / Душин С.Е., Зотов Н.С., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. 2-е изд., перераб. М. : Высш. шк., 2005. 567 с.	46
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Васильев Е. М., Коломыцев В. Г. Теория автоматического управления. Дискретные системы : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2012. 152 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160328">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160328</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Васильев Е. М., Коломыцев В. Г. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2011. 115 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160329">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-160329</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
-------------	---------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лабораторная работа	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1
Практическое занятие	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Теория автоматического управления»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Конструирование и технологии в электротехнике; Накопители энергии, передача и распределение электрической энергии; Электроснабжение
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Бакалавр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Конструирование и технологии в электротехнике; Микропроцессорных средств автоматизации
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 3	<b>Семестр:</b> 5
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Экзамен:	5 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра учебного плана) и разбито на три учебных модуля. В модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> знать математическое описание САУ ;	С1	ТО1				ТВ
<b>3.2</b> знать организацию современных аппаратных средств и элементы архитектуры автоматических систем;	С2	ТО2				ТВ
<b>3.3</b> знать принципы управления объектами;	С3	ТО3		КР1		ТВ
<b>3.4</b> знать методы анализа устойчивости и качества автоматических систем;	С4	ТО4		КР2		ТВ
<b>3.5</b> методы исследования автоматических систем;	С5	ТО5		КР2		ТВ
<b>3.6</b> знать методы синтеза систем управления с ЭВМ в качестве управляющего устройства;	С6	ТО6		КР3		ТВ
<b>3.7</b> знать методы проектирования оптимальных режимов функционирования автоматических систем;	С7	ТО7				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь проектировать функциональные схемы автоматических систем на основе знаний организации и архитектуры САУ;			ОЛР1	КР1		ПЗ
<b>У.2</b> уметь строить функциональные и структурные схемы систем управления;			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ

У.3. уметь использовать модели в интерактивных программных средах для проектирования оптимальных систем;			ОЛР3 ОЛР4	КР2		ПЗ
У.4 уметь выполнять синтез оптимальных управляющих алгоритмов САУ.			ОЛР4	КР3		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 владеть навыком разработки моделей автоматических систем в интегрированных программных средах, опытом разработки аппаратных средств по моделям системы управления;			ОЛР5			КЗ
В.2 владеть навыком практической работы в интегрированной среде Matlab;			ОЛР6			КЗ
В.3 владеть навыком разработки оптимальных систем в интерактивной среде MATLAB.			ОЛР7 ОЛР8			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль для оценивания знаний компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «**Математическое описание объектов и систем автоматического управления**», вторая КР – по модулю 2 «**Преобразование структурных схем и анализ устойчивости и качества САУ; синтез систем управления**», третья КР – по модулю 3 «**Дискретные, нелинейные, оптимальные, адаптивные, стохастические САУ**».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Определите статический и динамический передаточные коэффициенты датчика давления с аналоговым выходом, если его статическая характеристика описывается уравнением  $y = kx + b$  ( $k = 4/3, b = 4$ ) [ма], рабочее давление 5 атм.
2. Составьте функциональную и структурную схемы системы управления положением считывающей головки жёсткого диска компьютера. Определите передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Оцените устойчивость системы управления вертикальным взлётом самолёта (структурная схема прилагается) по условию Рауса, теоремам А.М. Ляпунова, критерию Гурвица.
2. Определите качество работы системы по прилагаемым переходным характеристикам системы по каналам управления и возмущения.

### Типовые задания третьей КР:

1. Рассчитайте параметры ПИД - регулятора аналитическим методом. Структурная схема системы задана, требуемые показатели качества системы  $t_p = 2c, \Theta_m = 45^\circ$ .

2. Объект управления описывается передаточной функцией

$$W_o(p) = \frac{100}{p^2 + 100}.$$

Определите дискретную передаточную функцию с учётом экстраполятора нулевого порядка, предшествующего объекту. Период квантования  $T=0,05$  с. Устойчива ли замкнутая цифровая система ?

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

### 2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС программы бакалавриата..

#### 2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

##### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

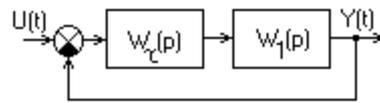
1. Объекты управления.
2. Классификация САУ.
3. Типовые входные воздействия.
4. Критерий устойчивости Гурвица.
5. Анализ качества САУ в статике.
6. Типовые регуляторы: ПИД-регулятор.

##### Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Провести оценку качества САУ по заданным переходным характеристикам.
2. Сделать анализ устойчивости по частотным характеристикам. Структурная схема системы и частотные характеристики разомкнутой системы заданы.
3. Составьте план реализации дискретного управляющего алгоритма объекта САУ по заданной передаточной функции регулятора.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Постройте ЛЧХ и рассчитайте критическое (соответствующее границе устойчивости) запаздывание  $\tau_{кр}$  в САУ, где  $W\tau(p)=e^{-Tp}$  и  $W_1(p)=k/p$ ,  $k=2$ .

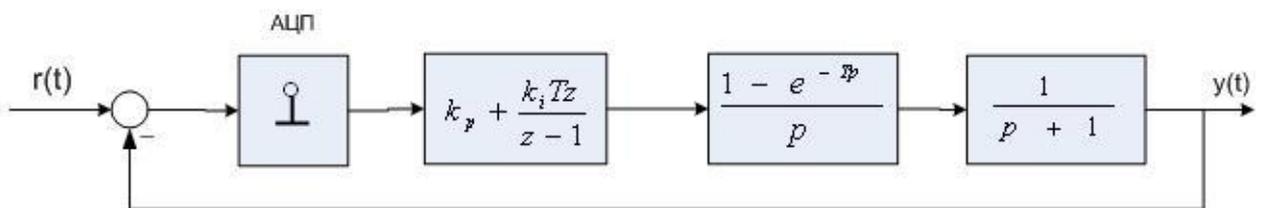


Структурная схема САУ

2. Определите статическую ошибку системы при входном воздействии

$$r(t) = A \cdot 1(t). \quad Z\{A \cdot 1(t)\} = A \frac{z}{z-1}; \quad Z\left\{\frac{1}{p(p+1)}\right\} = \frac{(1-e^{-T})z}{(z-1)(z-e^{-T})}.$$

Структурная схема САУ имеет вид



3. На рис.1 изображена схема на операционном усилителе, обладающая опережением по фазе. Определите передаточную функцию этой системы. Изобразите частотные характеристики системы, если  $R_1=10$  кОм,  $R_2=100$  кОм,  $C_1=0,1$  мкФ,  $C_2=1$  мкФ.

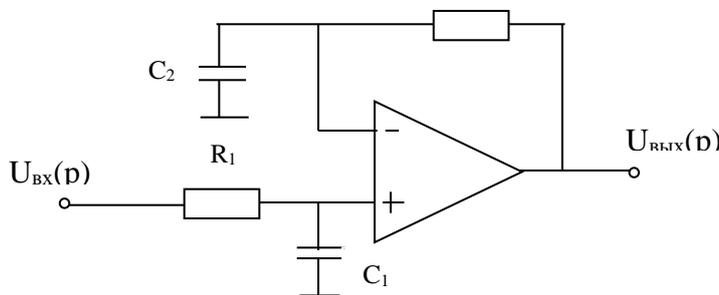


Рис.1. Принципиальная электрическая схема устройства на операционном усилителе с опережением по фазе

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

**2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС

программы бакалавриата.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.