

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

« 01 » ноября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Электрические и компьютерные измерения  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(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

Формирование теоретических знаний, практических умений и навыков по применению средств электрических и компьютерных измерений в системах испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники, их использованию при испытаниях технологических процессов и изделий, проведению компьютерных измерений с использованием виртуальных измерительных приборов, обработке и анализу измерительной информации.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

– основы теории и практики проведения электрических и компьютерных измерений;  
– методы и средства компьютерных измерений на основе виртуальных измерительных приборов;  
– технологии построения и применения виртуальных измерительных приборов в системах испытаний;  
– информационно-измерительные системы и системы автоматизации испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники;  
– программно-аппаратное обеспечение средств компьютерных измерений на базе информационной среды LabView в системах испытаний технологических процессов и изделий.

### 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-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в области измерений; основы электроники, схемы, состав оборудования, режимы работы компьютерных и электрических измерительных систем для электроэнергетических установок различного назначения.	Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет использовать программно-аппаратное обеспечение средств компьютерных измерений на базе информационной среды LabView в системах испытаний технологических процессов и изделий; проектировать схемы измерительных систем.	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете средств электрических и компьютерных измерений; владеет навыками расчета схем измерительных систем и комплексов.	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- 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)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 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
<b>6-й семестр</b>				
Основы теории и практики проведения электрических и компьютерных измерений	5	0	4	3
Тема 1. Понятия, термины и определения теории измерений Тема 2. Классификация средств и методов измерений				
Функциональная, структурная и техническая организация аналоговых и цифровых измерительных устройств	8	6	10	20
Тема 3. Приборы для электрических измерений тока и напряжения Тема 4. Цифровые приборы для измерения напряжения Тема 5. Методы и средства измерения параметров элементов электрических цепей Тема 6. Электронно-счетный частотомер Тема 7. Измерительные генераторы сигналов				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Принципы построения информационно-измерительных систем и систем автоматизации испытаний на основе цифровых измерительных приборов и средств компьютерных измерений	8	2	0	22
Тема 8. Устройство электронных и цифровых осциллографов Тема 9. Состав и функционирование информационно-измерительных систем и систем автоматизации испытаний Тема 10. Применение средств компьютерных измерений в составе информационно-измерительных систем и систем автоматизации испытаний				
Технологии построения и применения виртуальных измерительных приборов в системах испытаний	6	10	0	36
Тема 11. Методы и средства компьютерных измерений на основе виртуальных измерительных приборов Тема 12. Программно-аппаратное обеспечение средств компьютерных измерений Тема 13. Технологии построения и применения виртуальных измерительных приборов в системах испытаний				
ИТОГО по 6-му семестру	27	18	14	81
ИТОГО по дисциплине	27	18	14	81

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Математическое описание аналоговых и дискретных сигналов во временной и частотной областях
2	Оценка погрешностей результатов измерений
3	Расчет погрешностей аналого-цифровых преобразований
4	Цифровая обработка сигналов измерительной информации

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Проведение компьютерных измерений с помощью цифрового виртуального вольтметра
2	Анализ результатов имитационного моделирования сигналов произвольной формы и случайных процессов на цифровых измерительных приборах

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Исследование виртуального цифрового запоминающего осциллографа в среде LabView
4	Проведение компьютерных измерений и анализ результаты полученной измерительной информации с применением виртуального осциллографа
5	Построение информационно-измерительных систем и систем автоматизации испытаний электрооборудования и объектов электро-энергетики и электротехники с применением виртуальных измерительных приборов
6	Ознакомление с принципами использования программного обеспечения средств компьютерных измерений на базе информационной среды LabView в системах испытаний технологических процессов и изделий

## 5. Организационно-педагогические условия

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

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

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

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li> <li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li> <li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li> <li>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.</li> </ol>
---

## 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	Вознесенский А.С. Электроника и измерительная техника : учебник для вузов / А.С. Вознесенский, В.Л. Шкурятник. - М.: Горн. кн., Изд-во МГГУ, 2008.	6
2	Друзьякин И. Г. Технические измерения и приборы : учебное пособие / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	60
3	Сигов А. С. Метрология, стандартизация и технические измерения : учебник для вузов / А. С. Сигов, В. И. Нефедов. - Москва: Высш. шк., 2008.	17
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учебное пособие для вузов / Э.Г.Атамалян. - М.: Дрофа, 2005.	108
2	Информационно-измерительная техника и электроника : учебник для вузов / Г. Г. Раннев [и др.]. - М.: Академия, 2007.	10
3	Раннев Г. Г. Методы и средства измерений : учебник для вузов / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - Москва: Академия, 2010.	3
<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)
Дополнительная литература	Попов Н. М. Измерения в электрических сетях 0,4..10 кВ : учебное пособие / Попов Н. М. - Санкт-Петербург: Лань, 2019.	<a href="https://e.lanbook.com/book/18629">https://e.lanbook.com/book/18629</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Вознесенский А.С. Электроника и измерительная техника : учебник для вузов / А.С. Вознесенский, В.Л. Шкурятник ; Московский государственный горный университет .— М. : Горн. кн. : Изд-во МГГУ, 2008 .— 477 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/3472">https://e.lanbook.com/book/3472</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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LabVIEW (NI Academic Site License № 469934 )

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
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
Лабораторная работа	Компьютер с монитором и предустановленным специализированным ПО	10
Лекция	Ноутбук, проектор, экран, маркерная доска	1
Практическое занятие	Маркерная доска	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  
«Электрические и компьютерные измерения»  
Приложение к рабочей программе дисциплины**

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** «Автоматизированный электропривод и  
робототехнические комплексы»  
«Электроснабжение»

**Квалификация выпускника:** « Бакалавр »

**Выпускающая кафедра:** Микропроцессорных средств автоматизации

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3

**Семестр:** 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт: 6 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** 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 (6-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются 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 зачета. 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		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в области измерений	С1	ТО1		КР1		ТВ
<b>З.2</b> знать структуры и функции, принципы организации, состав автоматизированных измерительных систем	С2	ТО2		КР2		ТВ
<b>З.3.</b> знать состав оборудования, режимы работы компьютерных и электрических измерительных систем		ТО3, ТО 4		КР3, КР4		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь разрабатывать проектные решения в области измерительных процессов			ОЛР1	КР2		ПЗ
<b>У.2</b> уметь обрабатывать измерительную информацию статистическими методами			ОЛР2	КР1		ПЗ
<b>У.3.</b> уметь осуществлять идентификацию математических моделей объекта по экспериментальным данным			ОЛР3	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками обоснования проектных решений в области автоматизации технологических процессов и производств			ОЛР4			ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками самостоятельного решения теоретических и прикладных задач измерений			ОЛР5			ПЗ
<b>В.3</b> владеть навыками проектирования средств			ОЛР6			ПЗ

компьютерных измерений на основе виртуальных приборов						
---	--	--	--	--	--	--

*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 дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом 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 усвоения материала 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 (табл. 1.1) проводится в форме опроса на практических занятиях, защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

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

Всего запланировано 6 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 образовательной программы.

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

Согласно РПД запланировано 4 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Основы теории и практики проведения электрических и компьютерных измерений», вторая КР – по модулю 2 «Функциональная, структурная и техническая организация аналоговых и цифровых измерительных устройств», третья КР – по модулю 3 «Принципы построения информационно-измерительных систем на основе цифровых измерительных приборов и средств компьютерных измерений», четвертая КР – по модулю 4 «Информационные технологии разработки программного обеспечения средств компьютерных измерений для систем автоматизации и управления на базе информационной среды LabView».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Понятия, термины и определения теории измерений.
2. Классификация средств и методов измерений.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Приборы для электрических измерений тока и напряжения.
2. Методы и средства измерения параметров элементов электрических цепей.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Состав и функционирование информационно-измерительных систем.
2. Применение средств компьютерных измерений в составе информационно-измерительных систем.

#### **Типовые задания четвертой КР:**

1. Методы и средства компьютерных измерений на основе виртуальных измерительных приборов.
2. Программное обеспечение средств компьютерных измерений.

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

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине проводится с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

##### **2.4.1.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

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

1. Понятия, термины и определения теории измерений
2. Классификация средств и методов измерений
3. Состав и функционирование информационно-измерительных систем
4. Применение средств компьютерных измерений в составе информационно-измерительных систем

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Провести оценку погрешностей измерений.
2. Выполнить цифровую обработку сигналов измерительной информации.
3. Оценить способы устранения систематических и случайных погрешностей.

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

1. Составить функциональную и структурную схему многоканальных измерительных систем.
2. Рассчитать динамические характеристики измерительных процессов.
3. Выполнить подбор датчикового оборудования в соответствии с характеристиками объекта.

##### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

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

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

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

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех

компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех 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 образовательной программы.

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

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*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Электрооборудование автомобилей и  
электромобили

**Квалификация выпускника:** Бакалавр

**Выпускающая кафедра:** Автомобили и технологические машины

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3,4

**Семестр:** 5,6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 10 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 360 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Курсовая работа: 6 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 двух семестров (5-го и 6-го семестров учебного плана) и разбито на 7 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются 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, выполнении практических заданий и лабораторных работ, выполнении курсовой работы, сдаче экзамена и зачетов.

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		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать основные принципы и законы функционирования систем автоматического управления; динамические и частотные характеристики САУ; типовые звенья линейных систем автоматического управления; графические методы описания САУ с помощью структурных схем; метод построения ЛАЧХ; математическое описание САУ в пространстве состояний; основные положения теории устойчивости; алгебраические и частотные критерии устойчивости; основные показатели качества САУ и методы оценки качества САУ; основные подходы к синтезу линейных, дискретных и нелинейных САУ; основные методы синтеза линейных непрерывных САУ; типовые законы управления; математическое описание дискретных САУ;		ТО		КР1 КР2 КР3 КР4 КР5 КР6 КР7 КР8 КР9		ТВ

критерии устойчивости дискретных САУ; особенности математических моделей нелинейных САУ; основные программные и аппаратные средства моделирования и исследования САУ; основные программные и аппаратные средства синтеза САУ						
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь использовать основные методы анализа САУ во временной и частотной областях; составлять и преобразовывать структурные схемы САУ и схемы переменных состояния; строить ЛАЧХ сложных систем; осуществлять структурные преобразования нелинейных систем; оценивать устойчивость линейных, дискретных и нелинейных САУ; выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления, осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств; синтезировать законы и алгоритмы оптимального управления объектами; анализировать качество управления; осуществлять моделирование САУ с помощью современных программных и аппаратных средств; осуществлять синтез САУ с помощью современных программных и аппаратных средств			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8 ОЛР9 ОЛР10 ОЛР11 ОЛР12 ОЛР13 ОЛР14 ОЛР15 ОЛР16			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками анализа и синтеза линейных, дискретных и нелинейных САУ; навыками синтеза линейных, дискретных и нелинейных САУ с помощью стандартных программных средств.			КР			КР

*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; КР – курсовая работа; 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 усвоения материала 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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

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

Всего запланировано 16 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 образовательной программы.

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

Согласно РПД запланировано 9 промежуточные контрольные работы (КР) после освоения студентами основных тем всех учебных модулей дисциплины:

- КР1 - «Функциональные схемы САУ»,
- КР2 – «Структурные схемы и правила их преобразования»,
- КР3 – «Методика построения ЛАЧХ»,
- КР4 – «Описание САУ в пространстве состояния»
- КР5- «Синтез линейных непрерывных САУ»
- КР6 – «Типовые регуляторы»
- КР7 – «Математическое описание дискретных САУ»
- КР8 – «Устойчивость дискретных САУ»

- КР9 – «Особенности описания и исследования нелинейных САУ»

#### **Типовые задания к контрольным работам:**

- КР1 – По приведенному описанию составить функциональную схему САУ;
- КР2 – Рассчитать передаточную функцию САУ методом Мейсона;
- КР3 – Построить ЛАЧХ по передаточной функции САУ;
- КР4 – Составить описание САУ в пространстве состояния по заданной структурной схеме;
- КР5 – Расчет оптимальных параметров САУ корневым методом оценки качества;
- КР6 – Расчет ПИД-регулятора, настроенного на ИВМО, для заданного объекта управления;
- КР7 - Z-преобразования
- КР8 - Оценить устойчивость дискретной САУ методом Шур-Кона;
- КР9 – Построение статической характеристики нелинейной САУ

#### **2.3. Выполнение курсовой работы по дисциплине**

Для оценивания умений и владений, как результата обучения по дисциплине, используются курсовая работа.

Типовые задания по курсовой работе по дисциплине приведены в рабочей программе дисциплины.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуальных заданий приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

#### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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.

##### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания (5 семестр)**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания 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 компетенций.

Промежуточная аттестация выполняется в виде теста. Тест формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

Тест по дисциплине «Теория автоматического управления» включающую 17 теоретических вопросов.

##### **2.4.1.1 Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

1. Основные понятия и классификация
2. Математическое описание – классический метод – основные понятия
3. Динамические характеристики типовых звеньев

4. Частотные характеристики типовых звеньев
5. Передаточные функции типовых звеньев.
6. Структурные схемы
7. ЛАЧХ
8. Описание САУ в пространстве состояния
9. Устойчивость линейных непрерывных САУ (по Ляпунову, по корням характеристического уравнения)
10. Алгебраические критерии
11. Частотные критерии, запас устойчивости
12. Показатели качества.
13. Статические и астатические системы
14. Косвенные методы оценки качества
15. Обратные связи
16. Частотный метод синтеза
17. Типовые регуляторы

Перечень типовых заданий для проверки знаний, умений и владений представлен в приложении 1.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением экзамена (6 семестр)**

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 освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

Экзаменационный билет по дисциплине «Теория автоматического управления» содержит три задания, первое и второе задания – теоретические вопросы, третье – практическое задание. Теоретическая часть билета оценивает освоение частей компетенций «Знать», практическая часть – «Уметь» и «Владеть»

Структура билета.

1. Синтез линейных непрерывных систем.
2. Анализ и синтез дискретных или нелинейных систем.
3. Типовая задача по анализу и синтезу САУ

Оценка формируется с учётом полноты, точности и лаконичности ответов на вопросы билета, рациональности выполнения практического задания и оценок рубежного контроля освоения элементов и частей компетенций.

**Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Настройка типовых регуляторов.
2. Инженерные методы настройки типовых регуляторов
3. Регуляторы состояний.
4. Математическое описание дискретных САУ
5. Дискретные передаточные функции
6. Устойчивость дискретных САУ

7. Синтез дискретных САУ
8. Особенности нелинейных САУ
9. Метод фазовых траекторий
10. Метод гармонической линеаризации
11. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Настройка САУ на желаемый полином
2. Оценить устойчивость дискретных САУ
3. Оценить устойчивость нелинейных САУ

### **2.4.3. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных 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 образовательной программы.

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

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

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

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

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

Общая оценка уровня сформированности всех 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 образовательной программы.

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

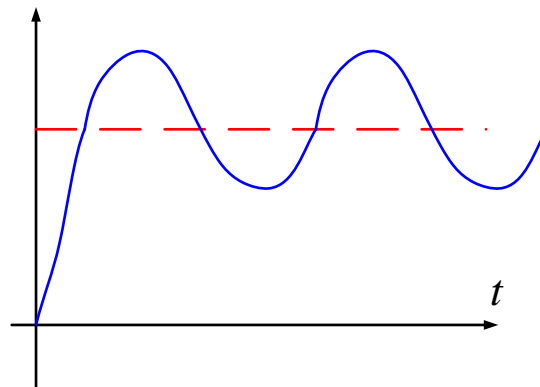
**1. Нагрузка в системах автоматического управления – это**

- a. величина, характеризующая влияние регулятора на объект;
- b. вредное влияние внешней среды, обусловленное побочными явлениями в объекте;
- c. внешние воздействия, обусловленные работой системы;
- d. внутренняя динамическая переменная объекта управления;
- e. нет правильного ответа

**2. Фазочастотная характеристика определяется**

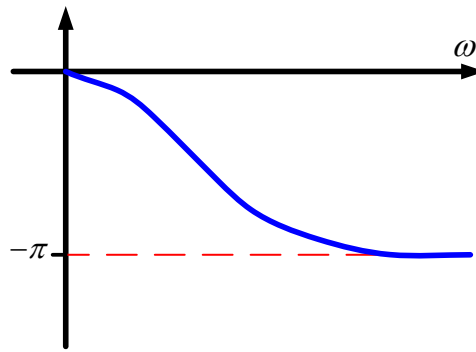
- a.  $\phi(j\omega) = \operatorname{Re}(\omega) + j \operatorname{Im}(\omega)$
- b.  $\phi(\omega) = \operatorname{arctg}\left(\frac{j \operatorname{Im}(\omega)}{\operatorname{Re}(\omega)}\right)$
- c.  $\phi(\omega) = \sqrt{\operatorname{Re}^2(\omega) + \operatorname{Im}^2(\omega)}$
- d.  $\phi(\omega) = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{Im}(\omega)}{\operatorname{Re}(\omega)}\right)$
- e.  $\phi(\omega) = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{Re}(\omega)}{\operatorname{Im}(\omega)}\right)$

**3. Определить, какая динамическая характеристика представлена на рисунке**



- a. переходная характеристика апериодического звена
- b. переходная характеристика колебательного звена
- c. переходная характеристика реального интегрирующего звена
- d. переходная характеристика реального дифференцирующего звена
- e. переходная характеристика консервативного звена

**4. На рисунке представлена**

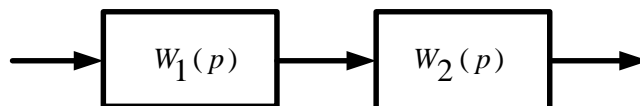


- a. фазочастотная характеристика реального интегрирующего звена;
- b. фазочастотная характеристика апериодического звена 1-го порядка;
- c. фазочастотная характеристика реального дифференцирующего звена
- d. фазочастотная характеристика колебательного звена;
- e. амплитудно-фазовая характеристика реального интегрирующего звена

**5. Передаточная функция реального дифференцирующего звена имеет вид**

- a.  $W(t) = \frac{10t}{0.1t+1}$
- b.  $W(p) = \frac{10p}{0.1p+1}$
- c.  $W(p) = \frac{10}{0.1p+1}$
- d.  $W(j\omega) = \frac{j10\omega}{1+j0.1\omega}$
- e.  $W(p) = 10p$

**6. Передаточная функция САУ, представленной на рисунке определяется следующим образом:**



- a.  $W(p) = W_1(p)W_2(p)$
- b.  $W(p) = W_1(p) + W_2(p)$
- c.  $W(p) = \frac{W_1(p)}{1+W_1(p)W_2(p)}$
- d.  $W(p) = \frac{W_2(p)}{1-W_1(p)W_2(p)}$
- e.  $W(p) = W_1(p) - W_2(p)$



$$W(p) = \frac{10p(p+1)}{(10p-1)}. \text{ Начальный участок}$$

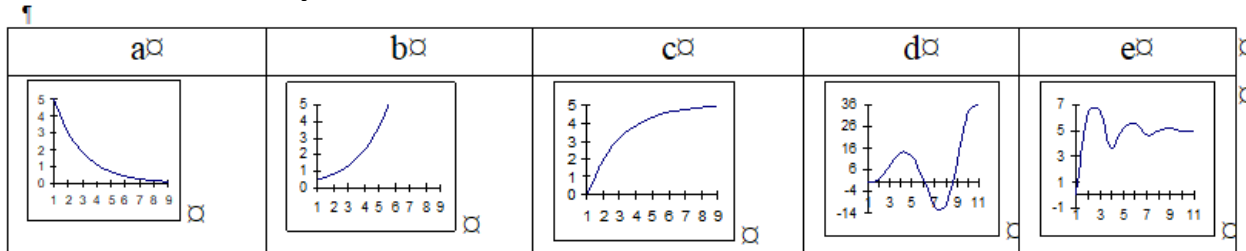
7. Дана передаточная функция ЛАЧХ будет иметь наклон:

- a. - 20 дб/дек
- b. 0 дб/дек
- c. + 20 дб/дек
- d. - 40 дб/дек
- e. + 40 дб/дек

8. В схеме переменных состояния основой является

- a. идеальное дифференцирующее звено
- b. идеальное усилительное звено
- c. идеальное интегрирующее звено
- d. реальное интегрирующее звено
- e. усилительное звено

9. Корень характеристического уравнения  $p = -\alpha$ . Переходный процесс в такой системе будет иметь вид:



10. Матрица Гурвица для  $n = 4$  имеет вид:

a. 
$$\begin{bmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \end{bmatrix}$$

b. 
$$\begin{bmatrix} a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ a_1 & a_3 & 0 & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 & 0 \end{bmatrix}$$

c. 
$$\begin{bmatrix} a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ a_1 & a_3 & a_5 & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \end{bmatrix}$$

d. 
$$\begin{bmatrix} a_1 & a_3 & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \end{bmatrix}$$

e. нет правильного ответа

$$W(p) = \frac{p+1}{2p^2 + p+1}$$

**11. Дана передаточная функция разомкнутой системы**  
**Выражение для годографа Найквиста имеет вид:**

- a.  $W(j\omega) = \frac{j\omega+1}{-2\omega^2 + j\omega+1}$   
 b.  $W(j\omega) = \frac{-j\omega+1}{2\omega^2 - j\omega+1}$   
 c.  $W(j\omega) = \frac{j\omega+1}{2\omega^2 + j\omega+1}$   
 d.  $W(j\omega) = \frac{j\omega+1}{-2\omega^2 + j2\omega+2}$   
 e.  $D(j\omega) = -2\omega^2 + j\omega+1$

**12. Основными динамическими показателями качества являются:**

- a. время переходного процесса, перерегулирование, ошибка в установившемся режиме  
 b. время переходного процесса, ошибка в установившемся режиме  
 c. перерегулирование, ошибка в установившемся режиме  
 d. время переходного процесса, перерегулирование  
 e. ошибка в установившемся режиме

**13. Обобщенная вещественная характеристика  $P(\omega \rightarrow \infty)$  определяет**

- a. характер переходного процесса  
 b. время переходного процесса  
 c. перерегулирование  
 d. статическую ошибку  
 e. начало переходного процесса

**14. Признаком астатической системы является наличие в ней**

- a. апериодического звена  
 b. интегрирующего звена  
 c. дифференцирующего звена  
 d. звена чистого запаздывания  
 e. нет правильного ответа

**15. Отрицательная жесткая обратная связь**

- a. уменьшает запас устойчивости

- b. уменьшает статическую ошибку
- c. увеличивает время переходного процесса
- d. уменьшает время переходного процесса
- e. не оказывает влияние на динамику системы

**16. При последовательной коррекции ЛАЧХ корректирующего устройства определяется по формуле:**

- a.  $L_{ку} = L_o - L_{жс}$
- b.  $L_{ку} = L_o + L_{жс}$
- c.  $L_{ку} = L_{жс} - L_o$
- d.  $L_{ку} = L_{жс} - L_o - L_{ос}$
- e.  $L_{ку} = L_o - L_{жс} - L_{ос}$

**17. Передаточная функция ПД-регулятора имеет вид:**

- a.  $W(p) = \frac{5(p+1)}{p}$
- b.  $W(p) = \frac{5(p+1)(3p+1)}{p}$
- c.  $W(p) = 10$
- d.  $W(p) = \frac{5p(p+1)(3p+1)}{p^2}$
- e.  $W(p) = 10(p+1)$

**Критерии оценки знаний по результатам теста**

16 и более правильных ответов – оценка «отлично», 12=15 – «хорошо»; 10-11 – «удовлетворительно»; меньше 9 – «неудовлетворительно»