

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

---

---

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)  
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Дарьенков А.Б.  
подпись ФИО  
“24” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.1.2      Цифровая обработка сигналов  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 1 3.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроэнергетические системы и сети

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки 2020, 2021

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 108/3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Куликов А.Л., д.т.н., профессор

Нижний Новгород, 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 года № 147 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.2020 № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.12.2019 № 3

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 17.12.2019 № 2

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 13.04.02-с-19  
Начальник МО

# 1. Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
1.1.    Цель освоения дисциплины:.....	5
1.2.    Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
4.1.    Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	11
4.2.    Содержание дисциплины, структурированное по темам.....	12
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
5.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	17
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
6.1.    Учебная литература.....	19
6.2.    Справочно-библиографическая литература.....	19
6.3.    Перечень журналов по профилю дисциплины: .....	20
6.3.1.    Научно-технический журнал "Интеллектуальная электротехника" .....	20
6.3.2.    Научно-технический журнал "Электроэнергия: Передача и распределение" .....	20
6.3.3.    Научно-технический журнал "Энергобезопасность и энергосбережение" .....	20
6.4.    Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	20
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
7.1.    Перечень информационных справочных систем.....	20
7.2.    Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины .....	21
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>22</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>22</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
10.1.    Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	24
10.2.    Методические указания для занятий лекционного типа.....	26
10.3.    Методические указания по освоению дисциплины на практических работах .....	27
10.4.    Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	27
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
11.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	28

<i>11.1.1. Типовые задания для практических работ .....</i>	<i>28</i>
<i>11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....</i>	<i>28</i>

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является выяснение роли и значения цифровой обработки сигналов в приеме и передаче информации, особенностей и преимуществ цифрового представления сигналов, изучение алгоритмов цифровых преобразований, реализация цифровой обработки в электроэнергетических системах и ее применение в различных областях науки, техники и производства.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов в части базовых методов и алгоритмов ЦОС: математические модели линейных дискретных систем и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье; основные этапы проектирования цифровых фильтров;
- ознакомление с основными современными средствами компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Цифровая обработка сигналов включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОПБ1.В.ДВ.1.2. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы магистратуры. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Цифровая обработка сигналов» являются Методология научно-исследовательских разработок, Надежность и эффективность систем электроэнергетики, Научно-исследовательская работа

Дисциплина Цифровая обработка сигналов является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Современные проблемы науки и производства в электроэнергетике, Переходные электромеханические процессы в ЭЭС, Методология научно-исследовательских разработок, Применение ЭВМ в электроэнергетике, Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы, Научно-исследовательская работа, Проектная практика, Преддипломная практика, Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4				
<i>Современные проблемы науки и производства в электроэнергетике ПКС-1</i>			X					
<i>Методология научно-исследовательских разработок ПКС-1</i>	X	X	X					
<i>Переходные электромеханические процессы в ЭЭС ПКС-1</i>		X						
<i>Применение ЭВМ в электроэнергетике ПКС-1</i>		X						
<i>Надежность и эффективность систем электроэнергетики ПКС-1</i>	X							
<i>Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы ПКС-1</i>		X						
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>		X						
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>	X	X	X					
<i>Научно-исследовательская работа ПКС-1</i>				X				
<i>Преддипломная практика ПКС-1</i>				X				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1</i>				X				

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

**Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>	<b>Оценочные средства</b>	
			<b>Текущего контроля</b>	<b>Промежуточной аттестации</b>
ПКС-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, проводить исследование, интерпретировать и представлять результаты научных исследований	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах	<b>Знать:</b> - методы формулировки тем исследования, проблем и гипотез исследования (ИПКС-1.1.) - методы анализа и систематизации информации (ИПКС-1.2.) - методы интерпретации результатов и представления отчетов (ИПКС-1.3)  <b>Уметь:</b> - формулировать тему исследования и выбирать методы исследования (ИПКС-1.1.) - осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации исследования (ИПКС-1.2.) - интерпретировать результаты и представлять отчет (ИПКС-1.3)  <b>Владеть:</b> - навыками выбора методов исследования (ИПКС-1.1.) - навыками анализа и систематизации информации исследования (ИПКС-1.2.) - навыками интерпретации результатов и представления отчетов (ИПКС-1.3)	Письменное тестирование (30 вопросов)	Вопросы для устного собеседования. (45 вопросов)

	научных исследований и опытно-конструкторских работ					
--	---	--	--	--	--	--

Трудовая функция: D/04.7 Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Квалификационные требования к ТФ:

**Трудовые действия:**

- Анализ возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Организация внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Обеспечение научного руководства практической реализацией результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;
- Контроль реализации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- Осуществление подготовки и представления руководству отчета о практической реализации результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ;

**Трудовые умения:**

- Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний;
- Применять методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных предприятий;

**Трудовые знания:**

- Отечественная и международная нормативная база в соответствующей области знаний;
- Основы экономики, организации производства, труда и управления организацией;

- Методы разработки информационных, объектных, документных моделей производственных организаций.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет Ззач.ед. 108 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	№ сем2
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	
занятия лекционного типа (Л)	17	17	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17	
лабораторные работы (ЛР)	-	-	
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	68	68	
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	-	-	

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 –Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа	Лекции	Лабораторные работы практические занятия						
Зсеместр										
ПКС-1	<b>Раздел 1. Введение. Основные положения обработки сигналов промышленной частоты</b>				подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация				
	Тема 1.1.Преимущества и недостатки цифровых устройств защиты и управления.		1							
	Тема 1.2. Основные положения обработки сигналов промышленной частоты.		1		3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация			
	Практическая работа №1Основы спектрального анализа с использованием дискретного преобразования Фурье (ДПФ) и метода наименьших квадратов			2	3	Подготовка к ПР [6.4]				
	<b>Раздел 2.Алгоритмы оценки параметров токов и напряжений</b>									
	Тема 2.1. Алгоритмы короткого окна, использующие синусоидальную модель сигнала.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Презентация			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
						[6.1.3.]			
	<b>Тема 2.2.</b> Применение квадратурных фильтров при оценке параметров сигналов.	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 2.3.</b> Алгоритмы короткого окна данных	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 2.4.</b> Алгоритмы длинного окна данных	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 2.5.</b> Фильтры симметричных составляющих	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация	1	
	<b>Практическая работа №2.</b> Исследование алгоритмов оценки амплитуды сигналов			3	2	Подготовка к ПР [6.4]			
	<b>Практическая работа № 3.</b> Фильтры симметричных составляющих			3	3	Подготовка к ПР [6.4]		1	
	<b>Раздел 3. Расчетные алгоритмы для защиты и управления объектов электроэнергетики</b>								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	<b>Тема 3.1.</b> Методы формального получения системы уравнений состояния линейной электрической цепи	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 3.2.</b> Методы формального получения системы уравнений контурных токов	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 3.3.</b> Методы формального получения системы уравнений узловых напряжений	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 3.4.</b> Вычисление фазного угла	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 3.5.</b> Цифровые измерители частоты	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация	1	
	<b>Практическая работа № 4.</b> Исследование алгоритмов оценки компонентов комплексного сопротивления			3	3	Подготовка к ПР [6.4]			
	<b>Практическая работа № 5.</b> Исследование алгоритмов оценки мощности сигналов промышленной			3	3	Подготовка к ПР [6.4]		1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	частоты								
	<b>Практическая работа № 6.</b> Исследование алгоритмов оценки частоты и фазы сигналов промышленной частоты			3	2	Подготовка к ПР [6.4]			
	<b>Раздел 4. Анализ факторов, влияющих на цифровую обработку сигналов токов и напряжений</b>								
	Тема 4.1.Факторы, влияющие на оценку токов и напряжений	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	Тема 4.2.Примеры исполнения логической структуры устройств защиты и управления	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация	1	
	<b>Раздел 5. Цифровые фильтры</b>								
	Тема 5.1.Цифровые фильтры	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация	1	
	<b>Раздел 6. Дискретное и быстрое преобразование Фурье</b>								
	Тема 6.1.Дискретное преобразование Фурье и цифровая свертка	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Презентация		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
						[6.1.3.]			
	<b>Тема 6.2. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов защиты управления</b>	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>Тема 6.3.Быстрое преобразование Фурье</b>	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Презентация		
	<b>РГР</b>								
	<b>Контрольная</b>								
	<b>Курсовой проект / работа</b>								
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>68</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>68</b>				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

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

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы и находятся в свободном доступе: [https://disk.yandex.ru/d/pJ\\_FJyr9MQ7WSQ](https://disk.yandex.ru/d/pJ_FJyr9MQ7WSQ)  
Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы и находятся в свободном доступе: [https://disk.yandex.ru/d/pJ\\_FJyr9MQ7WSQ](https://disk.yandex.ru/d/pJ_FJyr9MQ7WSQ)

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1  Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	ИПКС-1.1. Способен формулировать тему исследования, проблему и гипотезу исследования, выбирать методы и составлять программу исследования  ИПКС-1.2. Способен осуществлять сбор, анализ и систематизацию информации по проблеме исследования и проводить исследование  ИПКС-1.3. Способен интерпретировать результаты и представлять отчет, обзор и публикации о результатах научных исследований и опытно-конструкторских работ	Изложение учебного материала бессистемное, неполное.  Непонимание общих принципов цифровой обработки сигналов их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания порасчету электрических режимов.  Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

**Таблица 7. Критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Учебная литература

6.1.1 Куликов А.Л. Курс лекций Цифровая обработка сигналов. Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс:

[https://edu.nntu.ru/resource/index/index/lesson\\_id/31895/subject\\_id/1462/resource\\_id/18810](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/lesson_id/31895/subject_id/1462/resource_id/18810)

6.1.2 Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов: ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137567>

6.1.3. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-9912-0611-2. — [Электронный ресурс].— URL: <https://e.lanbook.com/book/176119>

### 6.2. Справочно-библиографическая литература.

#### — учебники и учебные пособия

6.2.1. Нечес, И. О. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / И. О. Нечес. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-

88814-893-8. —[Электронный ресурс].— URL:  
<https://e.lanbook.com/book/140606>

6.2.2. Васюков, В. Н. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / В. Н. Васюков. — Новосибирск: НГТУ, 2018. — 76 с. — ISBN 978-5-7782-3572-4. —[Электронный ресурс].— URL:  
<https://e.lanbook.com/book/118270>

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический журнал "Интеллектуальная электротехника"  
 6.3.2. Научно-технический журнал "Электроэнергия: Передача и распределение"  
 6.3.3. Научно-технический журнал "Энергобезопасность и энергосбережение"

### 6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

*Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/lesson\\_id/33081/subject\\_id/1462/resource\\_id/19548](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/lesson_id/33081/subject_id/1462/resource_id/19548)*

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	eLIBRARY	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
5	Электронная библиотека НГТУ	<a href="https://library.nntu.ru/">https://library.nntu.ru/</a>

**7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины**

**Таблица 9. Программное обеспечение**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
-	SMath Studio
-	P7-Офис

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техсперт»	доступ из локальной сети

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение – синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1321 Лаборатория "Имитационного моделирования, цифровой подстанции, релейной защиты и автоматизации"	1. Отечественный управляющий вычислительный комплекс СМ 1820М; 2. Отечественные промышленные контроллеры серии DCS-2000; 3. Цифровые осциллографы LeCroy WP 735Zi-A, GDA-806S, DC1204B; 4. Испытательных устройств для проверки и наладки устройств релейной защиты и автоматики PETOM-21, PETOM-61, PETOM-61850; 5. Аппаратно-программный комплекс с поддержкой стандарта МЭК 61850 CoDeSys для проведения испытаний и тестирования элементов автоматики; 6. Отечественный вычислительный комплекс "Монокуб-РС", на базе процессора "Эльбрус 2С+" и отечественной операционной системой; 7. Серверное оборудование Xeon E5-2630; 8. Оборудование высокочастотной связи НПП "Модем"; 9. Прототип промышленного образца автоматического локационного искателя мест повреждений (АЛИМП); 10. Терминалы релейной защиты и автоматизации SPAC 801 С3, ABB REL511, MiCOM P547; 11. Устройство синхронизации времени ГЛОНАСС. 12. Экспериментальные образцы интеллектуальной релейной защиты электрических сетей - 3 шт. (2 полукомплекта защиты абсолютной селективности (с направленной волновой защитой), терминал резервных защит);	Лицензионное: 1. PSCAD, образовательная лицензия на 25 мест, номер лицензии 5312001; 2. Программное обеспечение ModelStudio CS Открытые распределительные устройства v.2, учебная сетевая лицензия на 11 рабочих мест, договор от 2014г. 3. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 4. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 5. Dr.Web (с/н B241-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 6. Adobe AcrobatReader DC-Russian"  Предоставляемое образовательному учреждению на бесплатной основе в учебных целях:  1. RSCAD, бессрочная некоммерческая лицензия (без права выполнения коммерческих работ) от 21.12.2018г.; 2. Etap, академическая лицензия на 25 шин, номер NNSTUPWRLB, от 22.12.2017г. 3. RastrWin, студенческая лицензия на 60 узлов; 4. MASTER SCADA 4D

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		<p>13. Программно-аппаратный комплекс цифровой подстанции (ПАК ЦПС) с поддержкой МЭК 61850 в составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 устройства нижнего уровня (контроллер нижнего уровня);</li> <li>- 2 устройства среднего уровня.</li> </ul> <p>14. Коммуникационное и отечественное серверное оборудование для организации локальной вычислительной сети ("шины процесса", шины подстанции"):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сервер на базе процессора Эльбрус-8С1 1891ВМ028, 1300 ± 50 МГц</li> <li>- АРМ с MASTER SCADA 4D, Intel® Core™ i5-4460, 8Gb DDR4, 512Gb SDD, Intel HD Graphics, DVD-RW;</li> <li>- Коммутатор управляемый RSPE35 – 3 шт.</li> <li>- Модуль RSPM20 – 6 шт.</li> <li>- Коммутатор управляемый RED25 – 1 шт.</li> <li>- Коммутатор управляемый RSPS25 – 1 шт.</li> </ul> <p>15. Компьютерный класс в составе 8 рабочих мест.</p> <p>16. Программно-аппаратный комплекс симулятор RTDS (RealTimeDigitalPowerSystemSimulator) на платформе NovaCor;</p> <p>17. Мультимедийный проектор Nec VT 491.</p> <p>16. Доска маркерная;</p> <p>17. Мультимедийный проектор;</p> <p>18. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.</p>	
2	<p><b>Ауд. 1320</b></p> <p>Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, Самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p>	<p>1. Доска меловая;</p> <p>2. Мультимедийный проектор;</p> <p>3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.</p>	<p>1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);</p> <p>2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);</p> <p>3. Dr.Web (с/н B241-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020).</p> <p>4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian</p>

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Цифровая обработка сигналов», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне,** если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне,** если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным,** если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к

практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании работ учитывается следующее:

- качество выполнения практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- выполнение курсового проекта;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

### **11.1.1. Типовые задания для практических работ**

Типовые задания для практических работ находятся в свободном доступе:

<https://disk.yandex.ru/d/tLjecbTV2n-aHg>

### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена**

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

Раздел "Введение. Основные положения обработки сигналов промышленной частоты "

1. Преимущества цифровых устройств защиты и управления.
2. Недостатки цифровых устройств защиты и управления.
3. Особенности технологии цифровых подстанций и ее преимущества.
4. Архитектура цифровой подстанции.
5. Упрощенная структурная схема цифрового устройства защиты и управления.

Раздел "Анализ факторов, влияющих на цифровую обработку сигналов токов и напряжений"

6. Основные этапы цифровой обработки сигналов токов и напряжений.
7. Входное преобразование аналоговых сигналов токов и напряжений.
8. Входные дискретные сигналы устройств защиты и управления.

9. Выходные сигналы устройств защиты и управления.
10. Дискретизация сигналов токов и напряжений. Теорема Котельникова.
11. Аналого-цифровой преобразование сигналов токов и напряжений. Выбор параметров аналого-цифрового преобразования.
12. Определение окна наблюдения (окна данных) и зависимость параметров цифровой обработки сигналов от его выбора.
13. Причины повреждений и их влияние на цифровую обработку аварийных токов и напряжений.

#### Раздел "Алгоритмы оценки параметров токов и напряжений"

14. Информативные параметры цифровых сигналов токов и напряжений, их оценка в измерительных органах устройств защиты и управления. Критерии срабатывания релейной защиты.
15. Алгоритмы, использующие синусоидальную модель сигнала. Алгоритм Мики и Микано.
16. Алгоритмы, использующие синусоидальную модель сигнала. Алгоритм Манна и Моррисона.
17. Алгоритмы, использующие синусоидальную модель сигнала. Алгоритм Рокефеллера и Удрена.
18. Алгоритмы, использующие синусоидальную модель сигнала. Алгоритм Гильберта и Шовлина.
19. Алгоритмы короткого окна данных. Алгоритмы двух выборок.
20. Алгоритмы короткого окна данных. Алгоритмы трех выборок.
21. Алгоритм четырехпериодной выборки.

#### Раздел "Дискретное и быстрое преобразование Фурье"

22. Алгоритмы длинного окна данных. Дискретное преобразование Фурье полного периода.
23. Алгоритмы длинного окна данных. Полупериодное дискретное преобразование Фурье.
24. Фильтры симметричных составляющих. Фазовый сдвиг посредством временной задержки.
25. Фильтры симметричных составляющих. Фазовый сдвиг посредством ортогональных сигналов.
26. Фильтры симметричных составляющих. Двухвыборочный фазовый сдвиг.

#### Раздел "Расчетные алгоритмы для защиты и управления объектов электроэнергетики"

27. Расчетные алгоритмы. Оценка амплитуды сигнала с применением упрощенных вычислений.

28. Расчетные алгоритмы. Оценка амплитуды сигнала с применением задержанных значений.
29. Расчетные алгоритмы. Цифровые измерители мощности с применением ортогональных (квадратурных составляющих).
30. Расчетные алгоритмы. Цифровые измерители мощности с интегрированных мгновенных значений токов и напряжений.
31. Расчетные алгоритмы. Вычисление сопротивлений с использованием квадратурных сигналов.
32. Расчетные алгоритмы. Вычисление сопротивлений с применением временной задержки.
33. Расчетные алгоритмы. Вычисление сопротивлений с применением дифференциальных уравнений.
34. Расчетные алгоритмы. Вычисление фазы (фазного угла) с использованием производных.
35. Расчетные алгоритмы. Вычисление фазы (фазного угла) с использованием техники двух выборок.
36. Расчетные алгоритмы. Цифровые измерители частоты с использованием квадратурных составляющих.
37. Расчетные алгоритмы. Измерения частоты путем подсчета импульсов.

#### Раздел "Цифровые фильтры"

38. Требования к цифровой фильтрации и основные характеристики цифровых фильтров токов и напряжений.
39. Факторы, влияющие на оценку цифровых токов и напряжений.
40. Анализ частотной зависимости цифровой фильтрации токов и напряжений.
41. Динамические характеристики фильтрации токов и напряжений.
42. Эффективность реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов токов и напряжений.
43. Примеры исполнения логической части устройств релейной защиты. Логическая структура простейшего устройства токовой защиты.
44. Примеры исполнения логической части устройств релейной защиты. Логическая структура простейшего устройства дистанционной защиты.
45. Принципы цифровой обработки сигналов по методу наименьших квадратов.

---

**Регламент проведения текущегоконтроля в форме компьютерного  
тестирования**

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
45	15	20

