

**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

“ 30 ” \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ОД.16 Компьютерное моделирование систем электроснабжения

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение и релейная защита

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 108/3  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Лоскутов А.А., к.т.н.

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2023г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 20.01.2023 № 3  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 23.06.2023 № 5

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Начальник МО \_\_\_\_\_

## 1. Оглавление

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Цель освоения дисциплины: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>15</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	15
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. ....	18
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	19
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	19
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>20</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>21</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	22
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	23
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	23
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	23
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА / РАБОТЫ .....	24
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>24</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	24
11.1.1. Типовые задания для практических работ.....	24
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	24
11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию .....	26
11.1.4. Защита курсового проекта/ работы. ....	26

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение принципов математического, компьютерного и имитационного моделирования систем электроснабжения с использованием специализированных программных комплексов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Математическое и компьютерное моделирование элементов системы электроснабжения;
- Развитие способностей и умений решения практических задач в системах электроснабжения с использованием имитационного моделирования;
- Планирование, подготовка и выполнение экспериментальных исследований в системах электроснабжения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Компьютерное моделирование систем электроснабжения включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.16 Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Компьютерное моделирование систем электроснабжения» являются Метрология, стандартизация и сертификация, Физические основы электроники, Информационно-измерительная техника и электроника, Электрическое и конструктивное материаловедение, Электромагнитная совместимость в энергетике, Теория автоматического управления, Автоматизация и информатизация, Элементы автоматических устройств.

Дисциплина Компьютерное моделирование систем электроснабжения является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электроэнергетические системы и сети, Электроснабжение, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроэнергетика.

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование систем электроснабжения» 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	5	6	7	8
Метрология, стандартизация и сертификация ПКС-1, ПКС-2				X				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Физические основы электроники ПКС-1, ПКС-2				X				
Электроэнергетические системы и сети ПКС-1								X
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем ПКС-1, 5								X
Электроснабжение ПКС-1							X	X
Электроэнергетика ПКС-1, ПКС-2							X	X
Переходные процессы в электроэнергетических системах ПКС-1, ПКС-2							X	
Информационно-измерительная техника и электроника ПКС-1, ПКС-2						X		
Компьютерное моделирование систем электроснабжения ПКС-1, 2, 5							X	
Ознакомительная практика ПКС-1				X				
Научно-исследовательская работа ПКС-1, ПКС-2						X		
Преддипломная практика ПКС-1, ПКС-2								X
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ПКС-1, ПКС-2								X
Электрическое и конструкционное материаловедение ПКС-2			X					
Техника высоких напряжений ПКС-2, 5							X	
Электромагнитная совместимость в энергетике ПКС-2						X		
Теория автоматического управления ПКС-2						X		
Автоматизация и информатизация ЭЭС ПКС-2, 5						X		
Элементы автоматических устройств ПКС-2					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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-1. Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.1. Способен определить цели и условия проведения эксперимента ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных	Знать: - цели и условия проведения эксперимента (ИПКС-1.1) - количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных (ИПКС-1.2)	Уметь: - определить цели и условия проведения эксперимента (ИПКС-1.1) - определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных (ИПКС-1.2)	Владеть: - способностью определить цели и условия проведения эксперимента (ИПКС-1.1) - способностью определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных (ИПКС-1.2)	Тестирование в системе E-learning. (77 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (48 вопросов)
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	Знать: - методы обработки результатов экспериментов (ИПКС-2.1) - интерпретацию полученных результатов и формулировок рекомендаций по их использованию (ИПКС-2.2)	Уметь: - выбирать методы обработки результатов экспериментов (ИПКС-2.1) - интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию (ИПКС-2.2)	Владеть: - способностью выбрать методы обработки результатов эксперимента (ИПКС-2.1) - способностью интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию (ИПКС-2.2)	Тестирование в системе E-learning. (77 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (48 вопросов)

ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности *	ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности. ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> - постановку проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области (ИПКС-5.1); - цифровые технологии в профессиональной деятельности (ИПКС-5.2);	<b>Уметь:</b> - планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента в профессиональной деятельности (ИПКС-5.1); - работать на современной электронно-вычислительной техники с объектами профессиональной деятельности (ИПКС-5.2);	<b>Владеть:</b> - методами постановки задач и обработки результатов компьютерного моделирования в профессиональной деятельности (ИПКС-5.1). - навыками самостоятельной работы в лаборатории на современной вычислительной технике (ИПКС-5.2).	Тестирование в системе E-learning. (77 вопроса)	Вопросы для устного собеседования. (48 вопросов)
--	--	--	--	---	---	--

Трудовая функция: В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований  
Квалификационные требования к ТФ:

**Трудовые действия:**

- Осуществление разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок
- Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок
- Проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений
- Осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений

**Трудовые умения:**

- Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний
- Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

**Трудовые знания:**

- Актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний
- Методы анализа научных данных
- Методы и средства планирования и организации исследований и разработок

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 3

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

##### Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 7
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	0	0
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	0	0
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0	0
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
реферат/эссе (подготовка)	0	0
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	0	0
контрольная работа	5	5
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.)	48	48
Подготовка к экзамену (контроль)	0	0



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
7 семестр									
ПКС-1, ИПКС-1.1, ИПКС-1.2.  ПКС-2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2.  ПКС-5 ИПКС-5.1, ИПКС-5.2.	Раздел 1. Общие вопросы моделирования								
	Тема 1.1. Основные понятия и определения	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 1.2. Классификация моделей и видов моделирования	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.3. Математическое моделирование	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 1.4. Компьютерное моделирование	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.		

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)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
						[6.1.3.] [6.1.4.]			
	Тема 1.5. Основные типы и особенности задач моделирования в электроснабжении	0,5			1	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]			
ПКС-1, ИПКС-1.1, ИПКС-1.2.  ПКС-2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2.  ПКС-5 ИПКС-5.1, ИПКС-5.2.	Раздел 2. Моделирование элементов и режимов систем электроснабжения								
	Тема 2.1. Математические модели базовых элементов электротехники	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2.2. Моделирование элементов систем электроснабжения	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.	1	

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
						[6.1.4.]			
	Тема 2.3. Математическая модель двухобмоточного трансформатора	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 2.4. Математическая модель трехобмоточного трансформатора	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 2.5. Математическая модель линий электропередач	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 2.6. Пример расчета электрической сети на потерю напряжения	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]		1	
	Комплекс практических работ 1. Моделирование элементов электро-энергетических систем			8	2	Подготовка к ПР [6.1.5.] [6.1.6.] [6.1.7.]		1	
ПКС-2	Раздел 3. Оптимизационные задачи электроснабжения								

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- дикаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
	Тема 3.1. Основные понятия и определения	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 3.2. Линейное программиро- вание	0,5			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 3.3. Нелинейное программи- рование	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
	Тема 3.4. Транспортная задача	0,5			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		
ПКС-1, ИПКС-1.1, ИПКС-1.2.  ПКС-2 ИПКС-2.1, ИПКС-2.2.	Раздел 4. Система имитационного моделирования Matlab/Simulink								
	Тема 4.1. Понятие о Matlab/Simulink	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная пре- зентация проекта.		

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)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ПКС-5 ИПКС-5.1, ИПКС-5.2.	Тема 4.2. Библиотека блоков SimPowerSystems	1			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.3. Установка параметров моделирования и его выполнение	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.	1	
	Тема 4.4. Повышение скорости и точности расчетов	1			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Тема 4.5. Графический интерфейс пользователя Powergui	1			6	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.] [6.1.4.]	Публичная презентация проекта.		
	Практическая работа 2. Моделирование электромагнитных переходных процессов в программном комплексе Matlab/Simulink		4	13	3	Подготовка к ПР [6.1.5.] [6.1.6.] [6.1.7.]		1	
	Практическая работа 3. Формирование статистических данных по работе системы электроснабжения			13	3	Подготовка к ПР [6.1.5.] [6.1.6.]			

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и ин- диккаторы до- стижения компе- тенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Прак- тической под- готовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудо- емкость в ча- сах)
		Контактная ра- бота			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)				
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия					
						[6.1.7.]			
	РГР								
	Контрольная								
	Курсовой проект / работа								
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	0	34	53				
	ИТОГО по дисциплине	17	0	34	53				

## 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 в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

[https://edu.ntnu.ru/quest/lesson/start/quest\\_id/4833/lesson\\_id/33566/redirect\\_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject\\_id%252F1507%253F](https://edu.ntnu.ru/quest/lesson/start/quest_id/4833/lesson_id/33566/redirect_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject_id%252F1507%253F)

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:

[https://edu.ntnu.ru/quest/lesson/start/quest\\_id/4833/lesson\\_id/33566/redirect\\_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject\\_id%252F1507%253F](https://edu.ntnu.ru/quest/lesson/start/quest_id/4833/lesson_id/33566/redirect_url/%252Flesson%252Flist%252Findex%252Fsubject_id%252F1507%253F)

**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 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.1. Способен определить цели и условия проведения эксперимента ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов планирования, подготовки и выполнении типовых экспериментальных исследований для математического и компьютерного моделирования и его использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по математическому и компьютерному моделированию. 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
ПКС-2 Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов обработки результатов экспериментов математического и компьютерного моделирования и его использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по математическому и компьютерному моделированию. 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



<p>ПКС-5. Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ИПКС-5.1. Осваивает цифровые технологии математического и информационного моделирования используемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной деятельности.</p> <p>ИПКС-5.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.</p>	<p>Непонимание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области</p> <p>Не знание цифровые технологии в профессиональной деятельности</p>	<p>Фрагментарное знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области</p> <p>Поверхностное знание цифровые технологии в профессиональной деятельности</p>	<p>Достаточно хорошее знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области</p> <p>Достаточно хорошее знание цифровые технологии в профессиональной деятельности</p>	<p>Глубокое знание проблем математического и информационного моделирования сложных систем в профессиональной области</p> <p>Глубокое знание цифровые технологии в профессиональной деятельности</p>
---	---	---	---	---	---

**Таблица 7. Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» 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 «хорошо» 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 «удовлетворительно» 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 «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная литература**

- 6.1.1 Лоскутов А. А.. Курс лекций Компьютерное моделирование СЭС. Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Компьютерное моделирование СЭС.](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1507/resource_id/36254) .— URL: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject\\_id/1507/resource\\_id/36254](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subjecttype/subject/subject_id/1507/resource_id/36254)
- 6.1.2 Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. — М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2012. — 288 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/1175>
- 6.1.3. Корнилов, Г. П. Моделирование электротехнических комплексов промышленных предприятий: учеб. пособие /Г. П. Корнилов, А. А. Николаев, Т.Р. Храмшин. Магнитогорск, 2014. 239 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152595>
- 6.1.4 Куликов А.Л. Моделирование электроэнергетических систем и алгоритмов РЗ и А в программном комплексе PSCAD/ А.А. Лоскутов, А.Л. Куликов. – Нижний Новгород, 2021.. – 479 с. — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46502270>
- 6.1.5 Лоскутов А. А. Перечень практических заданий по курсу Компьютерное моделирование СЭС <https://edu.nntu.ru/> Курс: Компьютерное моделирование СЭС. .— URL: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1507/resource\\_id/19796](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/1507/resource_id/19796)
- 6.1.6 Лоскутов А. А. Моделирование электромагнитных переходных процессов в программном комплексе Matlab/Simulink / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: А.А. Лоскутов. - Н.Новгород, 2020. — 17 с. — URL: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1507/resource\\_id/19797](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/1507/resource_id/19797)
- 6.1.7 Лоскутов А. А. Формирование статистических данных по работе системы электроснабжения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: А.А. Лоскутов. - Н.Новгород, 2020. – 40 с. .— URL: [https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1507/resource\\_id/19798](https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/1507/resource_id/19798)

### **6.2. Справочно-библиографическая литература.**

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Винокур В. М. Математическое моделирование газотурбинных мини-электростанций и мини-энергосистем: Монография / Винокур В. М., Кавалеров Б. В., Петроченков А. Б., Сапунков М. Л. // Пермский национальный исследовательский политехнический университет— 2020. — 299 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160850>
- 6.2.2. Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука. Физмат-лит, 2005. – 320 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59285>
- 6.2.3. Воевода А.А. Моделирование матричных уравнений в задачах управления на базе MatLab/Simulink: учеб. Пособие / Воевода А.А., Трошина Г.В. // Новосибирский государственный технический университет 2015. – 48 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118242>

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)
- 6.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)
- 6.3.3. Научно-технический журнал [Электроэнергия. Передача и распределение](#)
- 6.3.4. Научно-технический журнал [Релейная защита и автоматизация](#)
- 6.3.5. Научно-технический журнал [Промышленная энергетика](#)

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

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование СЭС» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

[https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject\\_id/1507](https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject_id/1507)

## 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>

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

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
PSCAD	RastrWin
Etap	

## 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 РОС-СТАНДАРТ	<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 «Техэксперт»	доступ из локальной сети
7	Научная электронная библиотека.elibrary.ru	<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>

## 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	<b>Ауд. 1321</b> Лаборатория "Имитационного моделирования, цифровой подстанции, релейной защиты и автоматизации"	Комплект лабораторного оборудования Мультимедийный проектор; Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. PSCAD, образовательная лицензия на 25 мест, номер лицензии 5312001; 2. Программное обеспечение Model Studio CS Открытые распределительные устройства v.2, учебная сетевая лицензия на 11 рабочих мест, договор от 2014г. 3. Microsoft Windows 7, 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 B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 6. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
2	<b>Ауд. 1320</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, Самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	1. Доска меловая; 2. Мультимедийный проектор; 3. Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	1. Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020). 4. Adobe Acrobat Reader DC-Russian
3	<b>Ауд. 8110</b> Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

## 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 проводится 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 «Электрические машины», 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 в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных 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.

Иницируется 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 лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной 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 лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-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.

#### 10.5. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы

Выполнение курсового проекта/ работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

##### **Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

1. Формирование статистических данных по работе системы электроснабжения
2. Моделирование электромагнитных переходных процессов в программном комплексе Matlab/Simulink

### **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 практических работ;
- отчет по практическим работам;
- выполнение курсового проекта;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

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

Режим доступа <https://edu.nttu.ru/> Курс: [Компьютерное моделирование СЭС](https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject_id/1507/resource_id/19797)  
[https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject\\_id/1507/resource\\_id/19797](https://edu.nttu.ru/resource/index/index/subject_id/1507/resource_id/19797)

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

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

##### **Теоретические вопросы**

1. Необходимость применения моделирования при исследовании технических систем. Определение понятий: «модель», «оригинал», «моделирование».
2. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования.
3. Классификация моделей. Дайте примеры идеальных (абстрактных) и материальных моделей.
4. Характеристика математических моделей. Примеры. Достоинства и особенности математического моделирования.
5. Охарактеризуйте основные этапы компьютерного моделирования.



6. Основные требования к математическим моделям.
7. Классификация математических моделей. Основное отличие между структурными и функциональными математическими моделями, их достоинства и недостатки.
8. Классификация математических моделей. Основное отличие между аналитическими и алгоритмическими математическими моделями, их достоинства и недостатки.
9. Характеристика имитационных математических моделей. Область их применения, преимущества.
10. Основные типы задач моделирования в электроснабжении. Дайте им краткую характеристику.
11. Особенности задач моделирования в электроснабжении, требования к точности выходных данных.
12. Математические модели простейших (базовых) элементов электротехнических устройств. Общие понятия.
13. Описание цепи переменного тока. Математические модели источников напряжения.
14. Математическая модель резистора в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
15. Математическая модель индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
16. Математическая модель емкости в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
17. Математические модели источников питания систем электроснабжения и особенности их моделирования.
18. Математическая модель двухобмоточного силового трансформатора.
19. Математическая модель трехобмоточного силового трансформатора.
20. Математическая модель линии электропередач.
21. Основные методы моделирования электрических нагрузок, их достоинства и недостатки.
22. Векторная диаграмма напряжений и токов несимметричного электроприемника при обрыве нулевого проводника. Сеть 0,4 кВ.
23. Что такое коэффициент нелинейных искажений (THD)? Формула. Нормируемое значение по ГОСТ 32144-2013.

### **Вопросы Matlab/Simulink**

1. Назначение Matlab и среды Simulink.
2. Библиотека SimPowerSystems и Simulink
3. Установка параметров моделирования и параметров расчета модели. Параметры решателя (Solver) и возможные методы расчета (8 шт.).
4. Способы повышения скорости и точности расчетов в Matlab/ Simulink.
5. Модели источников постоянного и переменного тока. Однофазный, трехфазный. Задаваемые параметры (исходные данные).
6. Виды измерительных и контрольных устройств в Simulink (Measurement).
7. Особенности работы с осциллографом (Scope) в Matlab/Simulink. Функционал и возможности. Сохранение массива данных в рабочей области модели (Workspace).
8. Модель линии электропередачи с сосредоточенными параметрами PI Section Line. Схема модели. Задаваемые параметры (исходные данные).
9. Модель линии электропередачи с распределенными параметрами Distributed Parameters Line. Схема модели. Задаваемые параметры (исходные данные).
10. Модель трехфазного двухобмоточного трансформатора. Схема замещения. Задаваемые параметры в Matlab/ Simulink. Расчет исходных данных.
11. Графический интерфейс пользователя Powergui. Назначение. Задаваемые параметры.
12. Powergui. Расчет схемы векторным методом (Phasor simulation).

13. Powergui. Дискретизация модели (Discretize electrical model).
14. Powergui. Гармонический анализ.
15. Powergui. Расчет установившегося режима (Steady-State).
16. Powergui. Определение импеданса цепи.
17. Powergui. Создание отчета.
18. Powergui. Расчет параметров линии электропередачи.
19. Основные команды Matlab для управления SPS-моделью.
20. Блок дополнительной библиотеки измерительных блоков Fourier (FFT Analysis). Назначение. Задаваемые параметры.
21. Открытие и сохранение моделей ранних версий. Действие при запуске в окне Matlab.
22. Назначение блоков RMS, To Workspace, From, Step,
23. Описать электромагнитный процесс на осциллограммах.
24. Работа с редактором m-файлов. Отличие Script M-Files (файл-программы) и Function M-Files (файл-функции).
25. Знак (;) при написании Script. Способы задания массива данных, вектора, матрицы. Различные стандартные функции Matlab. Примеры.

### **11.1.3. Методические указания к курсовому проектированию**

Курсовой проект дисциплиной не предусмотрен.

### **11.1.4. Защита курсового проекта/ работы.**

Защита курсового проекта дисциплиной не предусмотрена.

### **Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования**

<b>Кол-во заданий в банке вопросов</b>	<b>Кол-во заданий, предъявляемых студенту</b>	<b>Время на тестирование, мин.</b>
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	<b>60</b>	<b>60</b>

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G