

**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

“27” июля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.2.1 Моделирование электромеханических систем

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электрооборудование автомобилей

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2018, 2019, 2020, 2021

Выпускающая кафедра ЭПА

Кафедра-разработчик ЭПА

Объем дисциплины 108 / 3  
часов/з.с

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Кралин А.А., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2021г.

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 28 февраля 2018 года №144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 10 июня 2021 г. №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от «03» июня 2021 г № 7

Зав. кафедрой д.т.н., доцент Дарьенков А.Б. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, протокол от «07» июня 2021 г. № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-а-52

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>5</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>12</b>
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	12
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>16</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	16
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ:.....	16
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	17
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	17
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>18</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>18</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>19</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	20
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	20
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	20
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	21
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ .....	21
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	21

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью преподавания дисциплины является изучение общих принципов и методов математического моделирования объектов профессиональной деятельности в области электромеханики, электроэнергетики и электротехники.

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

- Моделирование преобразователей параметров электрической энергии;
- Моделирование электроприводов постоянного тока;
- Моделирование электроприводов переменного тока.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Моделирование электромеханических систем» включена в перечень вариативной части дисциплин (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ДВ.2.1 Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объёме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование электромеханических систем» являются Метрология, стандартизация и сертификация Силовая электроника Электрический привод Физические основы электроники Основы схемотехники Системы программного управления Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов, Системы управления электроприводов, Элементы систем автоматики, Схемотехника.

Дисциплина «Моделирование электромеханических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Преддипломная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР»

Рабочая программа дисциплины «Моделирование электромеханических систем» 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 1.1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки <u>бакалавра</u> <u>/специалиста/магистра/</u>							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Метрология, стандартизация и сертификация, ПКС1, ПКС2								
Силовая электроника, ПКС1, ПКС2								
Электрический привод, ПКС1								
Физические основы электроники, ПКС1, ПКС2								
Основы схемотехники, ПКС1								
Системы программного управления, ПКС1								
Автоматизированный электропривод типовых промышленных механизмов, ПКС1								
Системы управления электроприводов, ПКС1, ПКС2								
Элементы систем автоматики, ПКС1, ПКС2								
Схемотехника, ПКС1, ПКС2								
Моделирование электромеханических систем, ПКС1, ПКС2								
Компьютерное моделирование электромеханических систем, ПКС1, ПКС2								
Ознакомительная практика, ПКС1								
Научно-исследовательская работа, ПКС1, ПКС2								
Преддипломная практика, ПКС1, ПКС2								
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР, ПКС1, ПКС2								
Электрическое и конструктивное материаловедение ПКС2								
Теория автоматического управления ПКС2								
Надежность электромеханических систем ПКС2								

## 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	<b>Знать-</b> возможности математических методов по моделированию различных процессов в объектах электрооборудования	<b>Уметь-</b> применять описание или инструкцию для выполнения практических задач моделирования	<b>Владеть-</b> навыками подготовки исходных данных и проведения сеансов моделирования	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных	<b>Знать-</b> физические особенности исследуемых объектов электрооборудования, возможности систем моделирования для интерпретации результатов экспериментальных исследований	<b>Уметь-</b> задавать параметры, снимать и протоколировать показания измерений, выполнять моделирование анализируемых процессов с применением готовых средств	<b>Владеть-</b> навыками работы с макетами и опытными образцами электрооборудования, сопоставления экспериментальных и расчётных данных	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента	<b>Знать-</b> характеристики экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровни детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования	<b>Уметь-</b> планировать серии вычислительных экспериментов и выполнять в необходимом объёме экспериментальную проверку результатов моделирования	<b>Владеть-</b> навыками идентификации экспериментальных объектов и постановки серий вычислительных экспериментов	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.

	ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	<b>Знать-</b> способы сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм - критерии подобия, общие представления теории планирования эксперимента, возможности систем моделирования по интерпретации и выявлению закономерностей поведения исследуемых объектов	<b>Уметь-</b> обрабатывать протоколы экспериментальных исследований, применять программные средства визуализации - формировать последовательности многовариантных вычислительных экспериментов и устанавливать критерии соответствия экспериментальных исследований и моделирования	<b>Владеть-</b> программными средствами визуализации результатов натурных и вычислительных экспериментов - инструментальными средствами разработки алгоритмов сопоставления и интерпретации экспериментальных и теоретических результатов исследований	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.
--	--	---	--	---	------------------------------------	------------------------------------

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 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 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3 и 4.

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 8
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа (Л)	20	20
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	16	16
<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>39</b>	<b>39</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.)	39	39
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>27</b>	<b>27</b>



#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 5 - 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 Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы практические занятия							
8 семестр										
ПКС-1. ИПКС-1.1.	Тема 1. Возможности системы Matlab Simulink для моделирования электромеханических систем.	2			3	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.		
	Тема 2. Моделирование полупроводниковых преобразователей с коммутацией от сети	2			3	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.		
ПКС-1. ИПКС-1.2.	Тема 3. Моделирование трехфазных управляемых выпрямителей	2			3	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.		
ПКС-2. ИПКС-2.1.	Тема 4. Моделирование ведомых сетью инверторов	2			3	6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]		Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 1. Исследование однофазного (мостового) инвертора с симметричным управлением		4		3	Подготовка ЛР [6.4]	к			
ПКС-2. ИПКС-2.2.	Тема 5. Моделирование непосредственных преобразователей частоты	2			3	подготовка лекциям [6.1.1.]	к	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			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия					
ПКС-1. ИПКС-1.2.						[6.1.2.] [6.1.3.]],			
	Тема 6. Моделирование ШИП	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.],	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 4 Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления		4		3	Подготовка к ЛР [6.4]			
ПКС-2. ИПКС-2.1	Тема 7. Моделирование автономных инверторов	2			3	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 2. Исследование трехуровневого инвертора		4		3	Подготовка к ЛР [6.4]			
	Лабораторная работа № 3 Исследование зависимого инвертора		4		3	Подготовка к ЛР [6.4]			
ПКС-1. ИПКС-1.1.	Тема 8 Моделирование электропривода постоянного тока	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.	1	
ПКС-1. ИПКС-1.1.	Тема 9. Моделирование электропривода переменного тока	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.	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)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ПКС-2. ИПКС-2.2						[6.1.3.]			
	Тема 10. Частотно-токовый электропривод с векторным управлением.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]			
	ИТОГО по дисциплине	20	16		39				

## 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/subject/test/subject\\_id/365](https://edu.ntnu.ru/quest/subject/test/subject_id/365)

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
$40 < R \leq 50$	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 четырехбалльной 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/subject/test/subject\\_id/365](https://edu.ntnu.ru/quest/subject/test/subject_id/365)

**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 экспериментальных исследований по заданной методике	ИПКС-1.1. Способен определить цели и условия проведения эксперимента	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание возможностей математических методов моделирования их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала. Неспособность применять практические задачи моделирования.	Фрагментарные, поверхностные знания математических методов моделирования процессов в объектах электрооборудования. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов моделирования.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи моделирования в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Владеет навыками подготовки исходных данных и проведения сеансов моделирования навыками	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. Отличное знание по моделированию технических систем. Способен легко подготовить исходные данные для проведения сеансов моделирования
	ИПКС-1.2. Способен определить количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний физических особенностей исследуемых объектов	Фрагментарные, поверхностные знания по возможностям систем моделирования. Слабое знание исследуемых объектов	Знает на хорошем уровне физические особенности исследуемых объектов электрооборудования, возможности систем моделирования для	Имеет глубокие знания физических особенностей исследуемых объектов моделирования. Отличное знание

		электрооборудования. Неспособность задавать параметры, снимать и протоколировать показания измерений, выполнять моделирование анализируемых процессов с применением готовых средств.	электрооборудования. Ограниченность в навыках работы с макетами и опытными образцами электрооборудования.	интерпретации результатов экспериментальных исследований Способен задавать параметры, снимать и протоколировать показания измерений, выполнять моделирование анализируемых процессов с применением готовых средств навыками работы с макетами и опытными образцами электрооборудования, сопоставления экспериментальных и расчётных данных	параметров исследуемых моделей. Способность легко задавать параметры, снимать и протоколировать показания измерений, выполнять моделирование анализируемых процессов с применением готовых средств навыками работы с макетами и опытными образцами электрооборудования, сопоставления экспериментальных и расчётных данных
ПКС-2. Способен обрабатывать результаты экспериментов	ИПКС-2.1. Способен выбрать методы обработки результатов эксперимента	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний о характеристики экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровни детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования Неспособность планировать серии вычислительных экспериментов и выполнять в необходимом объёме экспериментальную проверку результатов моделирования	Фрагментарные, поверхностные знания о характеристиках экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровни детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования Ограниченность в навыках планирования серии вычислительных экспериментов и выполнения в необходимом объёме экспериментальной проверки результатов моделирования	Знает на хорошем уровне характеристики экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровни детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования. Владеет навыками идентификации экспериментальных объектов и постановки серий вычислительных экспериментов	Имеет глубокие знания характеристик экспериментальных средств по точности измерений и разбросу показаний, уровней детализации процессов в объектах, анализируемых с помощью моделирования. Способность легко планировать серии вычислительных экспериментов и выполнять в необходимом объёме экспериментальную проверку результатов моделирования. Отличное знание

					идентификации экспериментальных объектов и постановки серий вычислительных экспериментов.
	ИПКС-2.2. Способен интерпретировать полученные результаты и формулировать рекомендации по их использованию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний о способах сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм. Неспособен определять критерии подобия, Не владеет программными средствами визуализации результатов натурных и вычислительных экспериментов	Фрагментарные, поверхностные знания о способах сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм. Слабое знание о способах сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм. Ограниченность в навыках обработки протоколов экспериментальных исследований, Сложность в применении программные средства визуализации.	Хорошие знания способов сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм. Способен обрабатывать протоколы экспериментальных исследований, применять программные средства визуализации - формировать последовательности многовариантных вычислительных экспериментов и устанавливать критерии соответствия экспериментальных исследований и Владает навыками по использованию программных средств визуализации результатов натурных и вычислительных экспериментов.	Имеет глубокие знания о способах сопоставления теоретических и экспериментальных результатов с помощью таблиц, диаграмм и гистограмм. Способность легко обрабатывать протоколы экспериментальных исследований, применять программные средства визуализации, формировать последовательности многовариантных вычислительных экспериментов и устанавливать критерии соответствия экспериментальных исследований и моделирования. Отличное владение навыками использования программных средств визуализации результатов натурных и вычислительных экспериментов.

**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 ДИСЦИПЛИНЫ

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Учебная литература

6.1.1 Кралин А.А., Курс лекций «Моделирование электромеханических систем». Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: «Моделирование электромеханических систем» [https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject\\_id/365](https://edu.nntu.ru/resource/list/index/subject_id/365)

6.1.2 Терехин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие / В. Б. Терехин, Ю. Н. Дементьев. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-4387-0558-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82848>

6.1.3. Дьяконов, В. П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование : руководство / В. П. Дьяконов. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2008. — 384 с. — ISBN 5-98003-130-8 . — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13679>

### 6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

6.2.1. Сажин, Р. А. Моделирование электротехнических систем и систем автоматики : учебное пособие / Р. А. Сажин. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 162 с. — ISBN 978-5-398-01549-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160645>

6.2.2. Гурова, Е. Г. Моделирование электротехнических систем : учебное пособие / Е. Г. Гурова. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 52 с. — ISBN 978-5-7782-2569-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118127>

### 6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)



### 6.3.2. Научно-технический журнал Электричество

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

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Моделирование электромеханических систем» в электронном варианте находятся в системе E-learning 4G по адресу:

[https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject\\_id/365/resource\\_id/12514](https://edu.ntnu.ru/resource/index/index/subject_id/365/resource_id/12514)

## 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
	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**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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 «Техксперт»	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

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
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. 1215</b> Компьютерный центр кафедры ЭПА	Проектор Optoma – 1 шт ПК на базе IntelCore2 2,6: ГГц, 2 Гб ОЗУ, 232 Гб, монитор Aser AL 1716 – 12 шт	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr068494 от 02.12.14); MATLAB 2008a License Number 49407367640 DVDALL8A DVD KIT-WIN&UNIX/MAC
2	<b>Ауд. 1247</b> Аудитория для лекционного цикла	Проектор Epson – 1 шт ПК на базе IntelCoreDuo 2 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 17 – 1 шт	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972);
3	<b>Ауд. 8110</b> Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1 шт; • 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 (свободнораспространяемое 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 «Моделирование электромеханических систем», 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.

## 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.

## **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;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- экзамен.

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

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: [Моделирование электромеханических систем](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/365)  
[https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject\\_id/365](https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/365)

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

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

1. Исследования модели двигателя в Simulink.
2. Модернизированная модель двигателя постоянного тока.
3. Математическое описание обобщенной асинхронной машины асинхронной машины по данным каталога .
4. Исследование модели асинхронного двигателя в Simulink.
5. Исследование модернизированной модели асинхронного двигателя в Simulink.
6. Разработка структуры асинхронного двигателя в Simulink.
7. Нереверсивные тиристорные преобразователи .
8. Двухфазный тиристорный преобразователь.
9. Нереверсивный мостовой трёхфазный тиристорный преобразователь.
10. Нереверсивный нулевой трёхфазный тиристорный преобразователь.

11. Реверсивный трёхфазный тиристорный преобразователь с совместным управлением по нулевой схеме.
12. Реверсивные тиристорные преобразователи с отдельным управлением.
13. Модель логического переключающего устройства.
14. Модель датчика состояния тиристоров.
15. Модель переключателя характеристик.
16. Преобразователи частоты (автономные инверторы).
17. Многоуровневые инверторы.
18. Выпрямительный режим работы автономных инверторов.
19. Разомкнутый способ реализации ШИМ.
20. Одно плечевой ШИП с симметричным законом управления.
21. Мостовой широтно-импульсный преобразователь.
22. Импульсные источники питания постоянного тока.
23. Модель электропривода постоянного тока.
24. Математическое описание векторного управления двигателем.
25. Имитационное моделирование структуры электропривода переменного тока с векторным управлением.
26. Моделирование в Simulink при реализации инвертора с широтно импульсным управлением.
27. Моделирование непосредственного преобразователя частоты.

.....

**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>15</b>	<b>20</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