Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электромеханики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Вильбергер М. Е.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Программные средства профессиональной деятельности

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: Инжиниринг электромеханических устройств и систем

Курс: 3, семестр : 6

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**6**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	79
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	16
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	24
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	7
11	Самостоятельная работа, час.	101
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №144 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭМ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 7 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Топорков Д. М.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Топорков Д. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/ПР Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
	ПК-1.В/ПР. 2 Обосновывает выбор целесообразного решения
	ПК-1.В/ПР. 3 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/ПР. 2 Обосновывает выбор целесообразного решения	
Знает основные характеристики объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает основные программные комплексы для моделирования и расчета объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Владеет навыками моделирования объектов профессиональной деятельности в специализированных программных комплексах	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Умеет проводить сравнение результатов моделирования по ключевым характеристикам объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК-1.В/ПР. 3 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	
Умеет оформлять результаты моделирования объектов профессиональной деятельности	Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Моделирование магнитного поля в объёме электрической машины					

1. Практические задачи электромеханики	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с лекционным материалом. Основные практические задачи электромеханики: Поверочный расчёт – прямая задача Проектирование – обратная задача Выбор электродвигателя – обратная задача Практическая необходимость расчёта магнитной цепи, на примере машины постоянного тока: - для определения потерь в стали (расчёт КПД) - для определения индуктивностей обмоток, используемых в моделях ДПТ на динамику - для расчёта скоростных, механических и рабочих характеристик ДПТ - для расчёта внешних и регулировочных характеристик ГПТ - для выбора обмотки возбуждения при проектировании - для выбора оптимального положения щёток при работе под нагрузкой - для выбора конструкции добавочных полюсов при проектировании - для выбора конструкции компенсационной обмотки при проектировании - для учёта влияния эффекта вытеснения тока

2. Расчёт магнитной цепи методом эквивалентных схем	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Основные понятия и законы применительно к расчёту магнитных цепей электротехнических устройств. Классификация магнитных цепей. Формальная аналогия электрических и магнитнных цепей. Граф-аналитический способ расчёта эквивалентных схем магнитных цепей. Граф-аналитический расчёт магнитной цепи двигателя постоянного тока для выбора параметров обмотки возбуждения.
3. Расчёт магнитного поля методом конечных элементов. Уравнения Максвелла. Специализированное ПО. Препроцессор	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Основные уравнения стационарного магнитного поля и граничные условия. Метод конечных элементов применительно к расчёту магнитного поля в объеме электротехнических устройств. Типы задач и особенности моделей, для решения конкретных типов задач. Задание на расчет. Программные продукты, позволяющие расчитывать магнитное поле. Общие принципы работы в препроцессоре: задание геометрии объекта, свойств материалов, граничных условий, настройка параметров сетки.

4. Обработка результатов моделирование магнитной цепи, полученных методом конечных элементов (постпроцессор). Расчёт электродвижущей силы.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Способы получения переменной ЭДС в электромеханических машинах. Трансофрматорная ЭДС. ЭДС Вращения. Особенности образования ЭДС в обмотке якоря машин постоянного тока. Определение потокосцепления и ЭДС в обмотке якоря машин постоянного тока по результатам моделирования магнитного поля (постпроцессор). Учет сдвига щёток с линии геометрической нейтрали.
5. Обработка результатов моделирование магнитной цепи, полученных методом конечных элементов (постпроцессор). Расчёт электромагнитного момента.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Расчёт электромагнитного момента через закона Ампера. Расчёт электромагнитного момента энергетическим методом. Расчёт электромагнитного момента методом тензора натяжений в специализированном ПО (постпроцессор).
6. Обработка результатов моделирование магнитной цепи, полученных методом конечных элементов (постпроцессор). Расчёт индуктивностей обмоток.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Собственная индуктивность обмотки. Взаимная индуктивность обмоток. Особенности расчёта индуктивности обмотки якоря машины постоянного тока по результатам численного моделирования магнитного поля (постпроцессор).

7. Определение параметров схемы замещения асинхронного электродвигателя по результатам моделирования магнитной цепи, полученных методом конечных элементов (постпроцессор).	4	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Т-образная схема замещения и рабочие характеристики АД. Опытное определение параметров схемы замещения АД. Виртуальный опыт холостого хода. Определение активного сопротивления и индуктивного сопротивления рассеяния обмотки статора, индуктивного сопротивления взаимоиндукции. Виртуальный опыт короткого замыкания. Определение активного сопротивления и индуктивного сопротивления рассеяния обмотки ротора.
Дидактическая единица: Моделирование переходных процессов в электрических машинах					
8. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Переходные процессы в линейных электрических R-L цепях: - причины переходных процессов; - законы коммутации; - решения переходных процессов в R-L цепях; - свободная и вынужденная составляющие токов.
9. Моделирование переходных процессов машин постоянного тока	6	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Освоение материала лекции. Обобщенная модель машины постоянного тока. Прямой пуск двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Прямой пуск двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Прямой пуск двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

10. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с помощью ЭВМ	4	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с помощью различных ПО: MathCad, Matlab, SimInTech.
11. Моделирование переходных процессов в однофазном двухобмоточном трансформаторе.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Включение ненагруженного однофазного трансформатора без нагрузки. Внезапное короткое замыкание однофазного трансформатора.
12. Моделирование переходных процессов асинхронного двигателя	3	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Конструкция и принцип действия асинхронного двигателя. Уравнения электрического равновесия асинхронного двигателя в фазных координатах. Изображающий вектор тока. Уравнения электрического равновесия асинхронного двигателя в различных системах координат. Моделирование прямого пуска асинхронного электродвигателя в ПО Matlab Simulink и SimInTech.
13. Моделирование переходных процессов синхронных машин.	3	0	0	ПК-1.В/ПР.2	Ознакомление с материалом лекции. Конструкция и принцип действия синхронного генератора. Модель синхронной машины в системе фазных координат. Модель синхронной машиныв системе координат ротора d-q. Моделирование внезапного симметричного трёхфазного короткого замыкания синхронного генератора.

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Моделирование магнитного поля в объёме электрической машины					
1. Подготовка геометрии модели объекта профессиональной деятельности (препроцессор) в ПО FEMM 4.2.	4	3	0	ПК-1.В/ПР.2	В результате выполнения работы студент получает готовую для расчёта модель двигателя постоянного тока согласно своему варианту с возможностью её автоматизированного изменения.
2. Определение параметров двигателя постоянного тока по результатам численного моделирования магнитного поля.	4	3	0	ПК-1.В/ПР.2	На основании численного моделирования магнитного поля в объеме двигателя постоянного тока независимого возбуждения определяется параметры обмоток и потокосцепление для дальнейшего математического моделирования переходных процессов.
Дидактическая единица: Моделирование переходных процессов в электрических машинах					
3. Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	4	3	0	ПК-1.В/ПР.2	Создание модели двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в Simulink/SimInTech и моделирование прямого пуска. Анализ влияния параметров на характер переходного процесса.
4. Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.	4	3	0	ПК-1.В/ПР.2	Создание модели двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением в Simulink/SimInTech и моделирование прямого пуска. Анализ влияния параметров на характер переходного процесса.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Моделирование магнитного поля в объёме электрической машины					

1. Аналитические расчёты магнитных цепей.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Решение задач по определению магнитного потока, индукции и напряженности магнитного поля, собственных и взаимных индуктивностей катушек. Определение магнитодвижущих сил распределенных обмоток.
2. Подготовка геометрии модели объекта профессиональной деятельности (препроцессор) в ПО FEMM 4.2.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Подготовка геометрии машины постоянного тока в FEMM 4.2.
3. Настройка параметров сетки решателя.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Оценивает влияние плотности сетки на точность и длительность расчёта.
4. Определение параметров двигателя постоянного тока по результатам численного моделирования магнитного поля.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Подготовка скрипта для постпроцессора, позволяющего на основании численного моделирования магнитного поля в объеме двигателя постоянного тока независимого возбуждения определить параметры обмоток и потокосцепление для дальнейшего математического моделирования переходных процессов.
Дидактическая единица: Моделирование переходных процессов в электрических машинах					
5. Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Создание модели и расчёт в ПО MathCad прямого пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
6. Моделирование переходного процесса пуска асинхронного двигателя.	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Создание модели и расчёт в ПО MathCad прямого пуска асинхронного двигателя.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Моделирование магнитного поля в объёме электрической машины					

1. Векторный и скалярный магнитные потенциалы. Граничные условия на поверхностях раздела сред. Расчёт магнитных проводимостей воздушных зазоров: плоскопараллельные зазоры, цилиндрические зазоры, конические зазоры. Расчёт проводимости с учётом выпучивания (метод Ротерса, метод конформных отображений). Магнитные цепи с постоянными магнитами. Рабочая точка магнита. Построение нагрузочной прямой. Теоретические основы метода конечных элементов. Методы расчёта потокосцепления: интегрирование векторного потенциала, метод потоковой трубки. Явные методы Рунге-Кутты. Вывод и анализ формул (RK2, RK4). Оценка локальной и глобальной погрешности. Неявные методы. Методы Адамса, метод Гира (BDF). Применение для решения жёстких систем. Библиотеки готовых блоков Simulink и SimInTech. Оформление результатов НИР согласно ГОСТ 7.32-2017.	50	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-1.В/ПР. 3	Самостоятельное изучение материала.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Подготовка геометрии модели объекта профессиональной деятельности (препроцессор) в ПО FEMM 4.2.	Лб	Выполняет следующие виды работ: работа в ПО FEMM 4.2. Доработка скрипта для автоматизации построения геометрии, задания свойств материалов, источников ток и поля, а также граничных условий.
2	Определение параметров двигателя постоянного тока по результатам численного моделирования магнитного поля.	Лб	Выполняет следующие виды работ: определение активных и индуктивных сопротивлений обмоток двигателя, а также коэффициента связи момента и тока якоря.
3	Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	Лб	Выполняет следующие виды работ: моделирование в ПО Simulink/SimInTech

4	Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.	Лб	Выполняет следующие виды работ: моделирование в ПО Simulink/SimInTech
5	Аналитические расчёты магнитных цепей.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение задач
6	Подготовка геометрии модели объекта профессиональной деятельности (препроцессор) в ПО FEMM 4.2.	Пр	Выполняет следующие виды работ: подготовка скрипта на языке lua.
7	Настройка параметров сетки решателя.	Пр	Выполняет следующие виды работ: настраивает размеры элементов сетки, для оптимизации расчётного времени и точности моделирования.
8	Определение параметров двигателя постоянного тока по результатам численного моделирования магнитного поля.	Пр	Выполняет следующие виды работ:
9	Моделирование переходного процесса пуска двигателя постоянного тока независимого возбуждения.	Пр	Выполняет следующие виды работ: создание модели и расчёт переходных процессов тока, момента и частоты вращения.
10	Моделирование переходного процесса пуска асинхронного двигателя.	Пр	Выполняет следующие виды работ: создание модели и расчёт переходных процессов тока, момента и частоты вращения.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/ПР.2,ПК-1.В/ПР.3	21	4
: Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/ПР.2	10	1
: Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/ПР.2	20	2
: Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.2,ПК-1.В/ПР.3	50	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Лабораторная:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Вяльцев Г. Б. Электромагниные расчеты в программе FEMM [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2016].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000228665.- Загл. с экрана."		
Практические занятия:	10	20
РГЗ/Реферат:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383"		
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383"		

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-1.В/ПР	ПК-1.В/ПР 2. Обосновывает выбор целесообразного решения	+		+
	ПК-1.В/ПР 3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений		+	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383

2. Вяльцев Г. Б. Расчет магнитных полей методом конечных элементов в программе FEMM для решения задач электромеханики : [учебное пособие] / Г. Б. Вяльцев, Д. М. Топорков, Т. В. Честюнина ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018.- 112, [2] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000239241

Дополнительная литература

1. Ландовский В. В. Численные методы : учебное пособие / В. В. Ландовский ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 70, [2] с. : ил., табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=224386

2. Шухарев, С. А. Имитационное моделирование систем автоматического управления двигателем постоянного тока в среде SimInTech : учебное пособие / С. А. Шухарев, В. К. Духовников. — Хабаровск : ДВГУПС, 2024. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/506871 (дата обращения: 19.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : [сайт]. – 2000– . – URL: https://elibrary.ru/ (дата обращения: 12.08.2022). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Сысенко В. Т. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / В. Т. Сысенко, Н. С. Попов, Е. А. Домахин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2025.- 97, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=229830

2. Топорков Д. М. Исследование переходных процессов в электрических машинах : учебное пособие / Д. М. Топорков, Г. Б. Вяльцев, Д. Ю. Бабицкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 77, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=225383

3. Вяльцев Г. Б. Электромагниные расчеты в программе FEMM [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2016].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000228665.- Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

2 Программа моделирования полей методом конечных элементов David Meeker FEMM

3 PTC MathCAD

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №14	Для практических занятий и лабораторных работ