

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрический транспорт

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОМ
СОСТАВЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.В.
	Идентификатор	R16d905df-RumiantsevMV-2d0d262

М.В. Румянцев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушников В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushnikovVA-5aef358

В.А. Глушников

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю. Румянцев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение устройства и принципа действия силовых статических преобразователей, используемых на подвижном составе электрического транспорта

Задачи дисциплины

- освоение принципов преобразования энергии на подвижном составе посредством силовых статических преобразователей;
- ознакомление с конструкцией электронных преобразователей, применяемых на электрическом подвижном составе;
- изучение методов регулирования тока, частоты и напряжения;
- овладение основами проектирования электронных преобразователей.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен учитывать экологические факторы при решении профессиональных задач	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует умение учитывать требования экологического законодательства при решении задач профессиональной деятельности	знать: - элементную базу, применяемую в современной преобразовательной технике. уметь: - использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования.
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем автоматического управления	знать: - принципы управления тяговым приводом транспортного средства. уметь: - обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями.
ПК-2 Способен понимать общие принципы построения и функционирования систем автоматического управления	ИД-2 _{ПК-2} Выполняет анализ простых систем автоматического управления	знать: - методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода. уметь: - обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя.
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте	ИД-1 _{ПК-8} Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава	знать: - основные задачи проектирования электронных преобразователей. уметь: - рассчитывать технико-экономические показатели преобразователей.
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической	ИД-2 _{ПК-8} Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	знать: - основные технические показатели преобразователей. уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
эффективности на электрическом транспорте		- рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрический транспорт (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие сведения о преобразователях	24	7	6	-	6	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие сведения о преобразователях"</p> <p><u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и</p>	
1.1	Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии	10		2	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
1.2	Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе	14		4	-	4	-	-	-	-	-	-	6		-

													<p>задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общие сведения о преобразователях" материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие сведения о преобразователях и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о преобразователях"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы над источниками. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Элементная база силовых электронных преобразователей. 2. Классификация, принцип действия и характеристики IGBT-транзисторов. 3. Развитие преобразовательной техники за последние 50 лет.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 229-232 [3], 48-55</p>	
2	Преобразователи различного назначения	54		12	-	12	-	-	-	-	-	30	-	<p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 249-293, 380-396, 437-448</p>

2.1	Выпрямители	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	[2], 50-57 [3], 95-107
2.2	Импульсные преобразователи постоянного тока	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
2.3	Автономные инверторы	14	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2.4	Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3	Вспомогательные системы преобразователей	28	6	-	6	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 195-209
3.1	Системы защиты преобразователей	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Обеспечение теплового режима работы преобразователей	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
4	Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей	38	8	-	8	-	-	-	-	-	22	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 232-234, 238-241. 245-248 [2], 119-124 [3], 145-165
4.1	Конструкция тягового преобразователя	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
4.2	Вопросы эксплуатации преобразователей	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
4.3	Вопросы проектирования тяговых преобразователей	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	32	2	-	-	-	0.5	113.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие сведения о преобразователях

1.1. Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии

• Назначение электрических преобразователей • Классификация электрических преобразователей • Принцип действия, схемы и основные уравнения, описывающие работу электрических преобразователей • Классификация основных потребителей электроэнергии на подвижном составе • Общие сведения о методах регулирования параметров основных потребителей.

1.2. Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе

• Назначение преобразователей и их применение в электрификации • Классификация электронных преобразователей • Состав и общая структура электронных преобразователей • Основные этапы развития преобразовательной техники • Понятие идеализированного и реального вентиля • Общая классификация современных вентилях • Сравнительная характеристика вентилях • Общие принципы регулирования параметров на выходе преобразователя • Применение вентилях на ЭПС.

2. Преобразователи различного назначения

2.1. Выпрямители

• Назначение, классификация и структурные схемы выпрямителей • Нулевая и мостовая схемы выпрямителей. Принцип действия и основные различия • Схемы однофазных выпрямителей. Принцип действия, основные диаграммы и уравнения • Нулевая схема трёхфазного выпрямителя. Варианты реализации (3- и 6-пульсовые схемы), основные диаграммы и уравнения • Мостовая схема трёхфазного выпрямителя. Варианты реализации (6- и 12-пульсовые схемы), основные диаграммы и уравнения • Сравнение схем трёхфазных выпрямителей • Понятие коммутации на примере трёхфазного мостового выпрямителя • Управляемые выпрямители. Назначение и способы регулирования на примере мостового трёхфазного 6-пульсового выпрямителя • 4q-S-преобразователи. Схема, принцип действия, режимы работы, основные диаграммы и уравнения.

2.2. Импульсные преобразователи постоянного тока

• Общие принципы импульсного регулирования. Основные допущения, диаграммы и уравнения • Работа импульсного регулятора в режимах прямой и обратной передачи энергии • Варианты схем, обеспечивающих многоквadrантные режимы импульсного регулятора • Импульсное регулирование сопротивления • Назначение и режимы работы тяговых импульсных преобразователей • Работа импульсного преобразователя в режиме тяги • Работа импульсного преобразователя в режимах рекуперации и реостатного торможения • Назначение и принцип действия входного преобразователя электровоза постоянного тока с асинхронным тяговым электроприводом.

2.3. Автономные инверторы

• Автономные инверторы. Назначение, классификация и общая характеристика, применение на подвижном составе • Принцип работы АИН (на примере трёхфазного двухуровневого инвертора). Схемы, основные диаграммы и уравнения • Классификация и общая характеристика методов управления АИН • Принцип работы АИТ (на примере трёхфазного инвертора с отсекающими диодами). Схемы, основные диаграммы и уравнения.

2.4. Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров

• Назначение, классификация и применение ППТ • Преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока (напряжения) • Регуляторы напряжения и коммутаторы: схемы, диаграммы, основные уравнения • Непосредственные преобразователи частоты с естественной коммутацией: схемы, диаграммы, основные уравнения.

3. Вспомогательные системы преобразователей

3.1. Системы защиты преобразователей

• Виды защиты • Защита от сверхтоков • Защита от перенапряжений • Подавление помех.

3.2. Обеспечение теплового режима работы преобразователей

• Природа потерь в полупроводниковых приборах. Коммутационные потери (обобщённо по различным видам вентилей). Общие потери • Нагревание вентилей. Обеспечение теплового режима. Расчёт нагревания, закон Ома для тепловой цепи • Охлаждение вентилей. Способы охлаждения. Воздушное (естественное и принудительное) охлаждение. Испарительное охлаждение • Особенности системы охлаждения ТП электровозов.

4. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей

4.1. Конструкция тягового преобразователя

• Состав и компоновка преобразователя • Оборудование, работающее в комплекте с преобразователем • Технические характеристики тяговых преобразователей на примере электровоза.

4.2. Вопросы эксплуатации преобразователей

• Общие вопросы эксплуатации и ремонта ЭПС. Периодичность ТОиР на примере электропоезда ЭС2Г «Ласточка» • Элементы преобразователя, нуждающиеся в ТОиР на примере электропоезда ЭС2Г «Ласточка» • Безопасность и технологические требования, предъявляемые к ТОиР.

4.3. Вопросы проектирования тяговых преобразователей

• Задачи и этапы проектирования • Методы расчёта и моделирование электромагнитных процессов • Принципы конструирования ЭП: конструкция, унификация, технологичность, надёжность, компоновка • Электромагнитная совместимость: помехопередающие связи, категорирование и укладка кабелей, экранирование заземление оборудования • Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов.

3.3. Темы практических занятий

1. Вопросы электромагнитной совместимости импульсных преобразователей с другими электротехническими объектами. Расчёт фильтровых устройств. Элементная база. Современные конденсаторы для фильтровых устройств. Оценка фильтровых устройств по критериям работоспособности преобразователя и электромагнитной совместимости.;
2. . Повышение надёжности инвертора путём перевода его в режим прерывистой работы. Инвертор тока, его характеристики при работе с переменной повышенной частотой. Способы регулирования выходного напряжения инвертора. Основные пути снижения массо-габаритных показателей преобразовательного оборудования и повышения надёжности работы инвертора.;
3. Импульсный преобразователь, работающий в частотно-импульсном режиме. Особенности использования преобразователя в условиях размещения его на

- транспортном средстве. Организация коммутационного процесса преобразователя. Расчёт параметров оборудования методом первой гармоники.;
4. Импульсный преобразователь, работающий в широтно-импульсном режиме. Достоинства и недостатки широтно-импульсного преобразования по сравнению с частотно-импульсным режимом. Особенности коммутационных процессов в инверторах и преобразователях широтно-импульсного типа.;
 5. Схема первого электровоза ВЛ-8в с электронным преобразователем, результаты испытаний. Анализ коммутационных процессов в преобразователе электровоза. Тяговые характеристики электровоза. Ограничения рабочей области тяговых характеристик.;
 6. Схемы мотор вагонных поездов с импульсными преобразователями на тиристорах. Результаты испытаний. Анализ схемы контактно аккумуляторного мотор вагонного поезда. Особенности работы в режимах тяги и рекуперации.;
 7. Современный зарубежный подвижной состав с электронными преобразователями. Анализ работы схем преобразователей в режимах тяги и рекуперации. Требования к элементной базе преобразователей в функциональной зависимости от уровня входного напряжения и реализуемой мощности.;
 8. Техничко-экономические оценки устройств импульсного регулирования для подвижного состава городского и магистрального транспорта. Рекомендации по перспективным решениям в классах электрооборудования для подвижного состава и системы электроснабжения.;
 9. Много системный подвижной состав для работы на постоянном и переменном токе в тяговой сети с асинхронными тяговыми двигателями. Анализ схемы силовых цепей комбинированного импульсного прерывателя для совместного питания двух асинхронных тяговых двигателей при системе 3 кВ постоянного и 15 кВ переменного тока в контактной сети. Схема двух системного преобразователя с понижающими импульсными прерывателями для совместного регулирования двух тяговых двигателей.;
 10. Блочная конструкция преобразователей на полностью управляемых IGCT тиристорах и IGBT транзисторах. Параметры современных блочных модулей. Подвижной состав с индивидуальным регулированием тяговых двигателей на блочных модулях.;
 11. Схема силовых цепей электропоезда «Сокол», выполненная на IGCT тиристорах и IGBT транзисторах. Работа схемы через четырёхквadrантный 4Q-S преобразователь при работе от контактной сети с напряжением 25 кВ, и работа в режиме регулятора постоянного напряжения – чоппер при питании от системы постоянного тока 3 кВ. Анализ работы схемы в режимах тяги и рекуперации.;
 12. Схема силовых цепей электропоезда постоянного тока ЭД-6. Вариант с тяговыми инверторами и широтно – импульсным регулированием их выходного напряжения, подаваемого на тяговые двигатели.;
 13. Схемы электронных преобразователей для питания собственных нужд электроподвижного состава. Структурные схемы преобразователей для систем постоянного тока 3 кВ и переменного тока 25 кВ.;
 14. Электронные преобразователи на подвижном составе, в тяговой сети и на тяговой подстанции для приёма избыточной энергии рекуперации. Анализ схем различных накопителей и преобразователей энергии. Ёмкостные накопители. Техничко – экономическая оценка эффективности применения накопителей.;
 15. Отечественный подвижной состав с применением импульсных преобразователей. Преобразовательные агрегаты для наземного городского транспорта, метрополитена и железнодорожного транспорта с двигателями постоянного тока и бесколлекторными тяговыми двигателями. Реализация рекуперативного торможения и переход схем в режим рекуперативно-реостатного замещающего торможения.;

16. . Выпрямительно-инверторная установка кафедры «Электрического транспорта», работа методом возвратной работы. Анализ полученных результатов..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения о преобразователях"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Преобразователи различного назначения"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вспомогательные системы преобразователей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие сведения о преобразователях"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Преобразователи различного назначения"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вспомогательные системы преобразователей"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
элементную базу, применяемую в современной преобразовательной технике	ИД-1ПК-1	+				Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей
принципы управления тяговым приводом транспортного средства	ИД-1ПК-2			+	+	Контрольная работа/Общие сведения об электронных преобразователях Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода	ИД-2ПК-2			+	+	Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей
основные задачи проектирования электронных преобразователей	ИД-1ПК-8				+	Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей
основные технические показатели преобразователей	ИД-2ПК-8	+	+			Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
Уметь:						
использовать справочную литературу для сбора и анализа данных для проектирования	ИД-1ПК-1	+			+	Контрольная работа/Общие сведения об электронных преобразователях
обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями	ИД-1ПК-2		+			Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	ИД-2ПК-2		+			Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей
рассчитывать технико-экономические показатели преобразователей	ИД-1ПК-8	+				Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей
рассчитывать режимы работы	ИД-2ПК-8		+			Контрольная работа/Вспомогательные системы

электрооборудования тягового привода						преобразователей
--------------------------------------	--	--	--	--	--	------------------

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
2. Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)
3. Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)
4. Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи : Учебник для вузов железнодорожного транспорта / А. Т. Бурков . – М. : Транспорт, 1999 . – 464 с. - ISBN 5-277-02110-8 : 58.50 .;
2. Тиристорное управление электрическим подвижным составом постоянного тока / В. Е. Розенфельд, и др. – М. : Транспорт, 1970 . – 240 с.;
3. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011638.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Scilab;
3. SemiSel.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>

7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
22. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
23. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
24. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
25. Информιο - <https://www.informio.ru/>
26. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-402, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-403, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-204, Учебная лаборатория "Системы управления ЭПС"	стол, стул, шкаф, стенд учебный
Помещения для самостоятельной работы	Т-124а, Кабинет сотрудников	стул, шкаф для документов, стол письменный
Помещения для консультирования	Т-203а, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, принтер

Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-120, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф
--	----------------------------	------------------

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Электронные преобразователи на электроподвижном составе**

(название дисциплины)

7 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)
 КМ-2 Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)
 КМ-3 Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)
 КМ-4 Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Общие сведения о преобразователях					
1.1	Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии		+			+
1.2	Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе			+		+
2	Преобразователи различного назначения					
2.1	Выпрямители				+	+
2.2	Импульсные преобразователи постоянного тока				+	+
2.3	Автономные инверторы			+	+	+
2.4	Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров				+	+
3	Вспомогательные системы преобразователей					
3.1	Системы защиты преобразователей		+	+		
3.2	Обеспечение теплового режима работы преобразователей		+	+	+	
4	Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей					
4.1	Конструкция тягового преобразователя		+	+	+	
4.2	Вопросы эксплуатации преобразователей		+	+		+

4.3	Вопросы проектирования тяговых преобразователей	+		+	+
Вес КМ, %:		20	20	20	40