

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

23 марта 2022 г.

Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Шевлюгин Максим Валерьевич, д.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электросберегающие технологии**

Специальность: 23.05.05 – Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника: Инженер путей сообщения

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2019

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 12 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой  М.В. Шевлюгин
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: Заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич  
Дата: 24.06.2019

Москва 2022 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель преподавания дисциплины состоит в изложении основных положений энергосбережения на железнодорожном транспорте, методов и средств экономии электроэнергии, а также в описании технических решений, обеспечивающих повышение энергоэффективности при использовании основного и вспомогательного электротехнического оборудования для нужд электрической тяги железных дорог.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Электросберегающие технологии" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Информатика:**

Знания: основы теории информации, программирования, работы в операционной системе Windows и офисных пакетах, алгоритмические языки высокого уровня

Умения: представлять числа в различных форматах данных, составлять алгоритмы вычислительных задач

Навыки: навыками программирования на языках высокого уровня

#### **2.1.2. Электроснабжение железных дорог:**

Знания: Режимы работы электрических сетей и энергосистем; способы регулирования напряжения в электрических сетях; способы экономии электроэнергии в электрических сетях

Умения: Определить параметры элементов электрических сетей; потери мощности электроэнергии в электрических сетях; регулировать напряжение в сети

Навыки: Методами расчетов режимов работы электрических сетей

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Государственная итоговая аттестация**

Знания: принципы работы устройств для повышения качества электроэнергии

Умения: Определять показатели работы устройств системы электроснабжения.

Навыки: элементами экономического анализа при сравнении вариантов технических решений.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-1 Способен осуществлять организационно-техническое, административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов передачи электроэнергии потребителям с соблюдением критериев надежности электроснабжения, параметров качества электроэнергии и её эффективного использования и экономного расходования.	ПКС-1.4 Демонстрирует способность решать задачи по повышению энергетической эффективности систем электроснабжения, используя знания о современных системах учета электроэнергии и энергосберегающих технологиях.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 9
Контактная работа	68	68,15
Аудиторные занятия (всего):	68	68
В том числе:		
лекции (Л)	34	34
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	34	34
Самостоятельная работа (всего)	40	40
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	Раздел 1 Введение в основы энергосбережения на ж.д. транспорте.	20	18				38	
2	9	Тема 1.1 Основные виды и характеристики энергетических ресурсов.	2					2	
3	9	Тема 1.2 Генерация и преобразование электрической энергии.	18	18				36	
4	9	Раздел 2 Энергосбережение на тяговых подстанциях (ТП).	2	2			40	44	
5	9	Тема 2.1 Устройства регулирования напряжения под нагрузкой.	2					2	
6	9	Раздел 3 Энергосбережение в тяговой сети (ТС).	2	10				12	
7	9	Тема 3.1 Снижение потерь электроэнергии за счет различных схем тяговой сети.						0	КР
8	9	Тема 3.3 Использование емкостной компенсации в ТС.	2					2	ПК1
9	9	Раздел 4 Энергосбережение на электроподвижном составе (ЭПС) и локомотиве.	4	4				8	
10	9	Тема 4.1 Использование рекуперации.	2					2	
11	9	Тема 4.2 Регулирование напряжения под нагрузкой на локомотиве.	2					2	
12	9	Раздел 5 Энергосбережения в устройствах	2					2	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		электроснабжения собственных нужд электроэнергетической системы ж.д. транспорта.							
13	9	Тема 5.1 Объекты ж.д. транспорта нетягового потребления.	2					2	
14	9	Раздел 6 Методы оценки энергоэффективности.	4					4	
15	9	Тема 6.2 Нормативно-правовая база по энергосбережению						0	ПК2
16	9	Тема 6.3 Методы технико-экономического обоснования мероприятий по энергосбережению.	2					2	
17	9	Тема 6.4 Экологические аспекты энергосбережения.	2					2	
18	9	Тема 6.6 ТЭО внедрения технического средства для энергосбережения						0	ЗаО
19		Тема 1.3 Основные принципы энергосбережения.							
20		Тема 1.4 Классификация мер, технологических и технических средств по повышению энергоэффективности.							
21		Тема 2.2 Использование на ТП накопителей энергии.							
22		Тема 2.3 Снижение потерь электроэнергии.							
23		Тема 3.2 Использование в ТС накопителей энергии.							
24		Тема 4.3 Энергооптимальные режимы ведения поезда.							
25		Тема 5.2 Объекты ж.д.							

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		транспорта тягового потребления.							
26		Тема 6.1 Средства учета энергетических ресурсов							
27		Всего:	34	34			40	108	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 34 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Введение в основы энергосбережения на ж.д. транспорте.	Генерация и преобразование электрической энергии.	18
2	9	РАЗДЕЛ 2 Энергосбережение на тяговых подстанциях (ТП).	Расчитать показатели работы ТП с учетом напряжения холостого хода и внутреннего сопротивления ТП. Построить зависимости $U_{ш}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных характеристиках ТП.	2
3	9	РАЗДЕЛ 3 Энергосбережение в тяговой сети (ТС).	Расчет показателей работы ТС однопутного участка для консольной, односторонней и двухсторонней схемы питания. Построить зависимости $U_{тс}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $R_{лок}=f(t)$ , $dR_{лок}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных характеристиках ТП и ТС.	4
4	9	РАЗДЕЛ 3 Энергосбережение в тяговой сети (ТС).	Расчет показателей работы ТС двухпутного участка для раздельной схемы питания. Построить зависимости $U_{тс}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $R_{лок}=f(t)$ , $dR_{лок}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных характеристиках ТП и ТС.	2
5	9	РАЗДЕЛ 3 Энергосбережение в тяговой сети (ТС).	Расчет показателей работы ТС двухпутного участка для узловой схемы питания. Построить зависимости $U_{тс}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $R_{лок}=f(t)$ , $dR_{лок}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных характеристиках ТП и ТС.	2
6	9	РАЗДЕЛ 3 Энергосбережение в тяговой сети (ТС).	Расчет показателей работы ТС двухпутного участка для параллельной схемы питания. Построить зависимости $U_{тс}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $R_{лок}=f(t)$ , $dR_{лок}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных характеристиках ТП и ТС.	2
7	9	РАЗДЕЛ 4 Энергосбережение на электроподвижном составе (ЭПС) и локомотиве.	Расчет показателей работы ТС и ТП однопутного участка для двухсторонней схемы питания. Построить зависимости $U_{тс}=f(t)$ , $I_{тп}=f(t)$ , $R_{лок}=f(t)$ , $dR_{лок}=f(t)$ , $dA_{тс}$ при различных режимах ведения поезда.	4
ВСЕГО:				34/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Тема курсовых работ: Разработать схему системы тягового электроснабжения в пределах одной фидерной зоны для обеспечения заданных размеров движения и длине расчетного

участка.

Для заданных параметров (одного из 30 вариантов) требуется выбрать схему питания тяговой сети (1 из 3); выбрать тип контактной подвески (1 из 10) и тип рельса (1 из 3); произвести моделирование работы составленной схемы с проходом по зоне одного локомотива. Получить основные показатели работы тяговых подстанций и тяговой сети ( $U_{тс}=f(t)$ ,  $U_{тп}=f(t)$ ,  $I_{тп}=f(t)$ ,  $P_{лок}=f(t)$ ,  $dP_{лок}=f(t)$ ,  $dA_{тс}$ , время хода поезда).

Оптимизировать схему для обеспечения расчетных размеров движения с максимальной энергоэффективностью и минимальными капитальными затратами. Обосновать технические решения. Выработать рекомендации по нергооптимальным режимам ведения поезда, показать возможную экономию электроэнергии.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, демонстрация компьютерных моделей и реальных работающих устройств) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционная деятельность, составляющая для уровня подготовки специалистов менее 50% аудиторной работы, сопровождается демонстрацией презентационных материалов.

В рамках курса предусмотрены встречи с представителями ОАО "РЖД" ЦТех со специалистами отдела "Энергосбережения и энергоэффективности", а также представителями дорог и "Трансэнерго".

На завершающем этапе изучения дисциплины проводится традиционная научно-техническая конференция студентов данного потока, по итогам которой лучшие выступления публикуются в сборнике студенческих работ «Неделя науки» и «Безопасность движения поездов».

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, содержанием дисциплины и составляет не менее 20% аудиторной работы.

Рабочая программа данной дисциплины выставляется на сайте университета для возможности организации самостоятельной работы, в т.ч. в форме удаленного доступа (дистанционная технология).

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9		Энергосбережение на тяговых подстанциях (ТП).	40
ВСЕГО:				40

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Энергосбережение на ж.д. транспорте	Гапанович В.А., Авилов В.Д., Иванов Б.И., Мугинштейн Л.А., Король Ю.Н., Школьников Е.Н., Черемисин В.Т.	Справочно-методическое издание- М.: «Интхэнерго-Издат», «Теплоэнергетик» - 304 с., 2014 <a href="http://library.miiit.ru/">http://library.miiit.ru/</a>	Все разделы
2	Оценка экономической эффективности энергосбережения: теория и практика	Фрей Д.А., Костюченко П.А., Зубкова А.Г., Евсеенко И.В., Бархатов В.Д., Царьков И.Н.	Справочно-методическое издание- М.: «Интхэнерго-Издат», «Теплоэнергетик» - 400 с., 2015 <a href="http://library.miiit.ru/">http://library.miiit.ru/</a>	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.1: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2005, 154с., 2005 <a href="http://library.miiit.ru/">http://library.miiit.ru/</a>	Все разделы
4	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.2: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2009, 166с., 2009 <a href="http://library.miiit.ru/">http://library.miiit.ru/</a>	Все разделы
5	Электроснабжение электрических железных дорог. ч.3: Учебное пособие.	Чернов Ю.А.	М: МИИТ, 2012, 170с., 2012 <a href="http://library.miiit.ru/">http://library.miiit.ru/</a>	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- <http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.
- [http:// rzd-expo.ru](http://rzd-expo.ru) - Информационный портал ОАО «РЖД»: новая техника, вопросы и ответы, видеоматериалы.
- [www.asi-rzd.ru](http://www.asi-rzd.ru) - «Автоматика, связь, информатика» ежемесячный научно-теоретический и производственно технический журнал ОАО «Российские железные дороги».

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для лекционного курса необходимо проекционное мультимедийное оборудование с широкоформатным экраном. Установленное программное обеспечение MS PowerPoint 2010, 2013 и выше, MatLab или Electronic WorkBench, или LabView, электронная указка. Для самостоятельной работы студентам, наряду с рекомендуемой и дополнительной литературой, предлагается использовать данные и информацию следующего характера (в том числе посредством поиска в сети Интернет):

- 1) справочно-информационного (словари, справочники, энциклопедии, библиографические сборники и т.д.);
- 2) официального (сборники нормативно-правовых документов, законодательных актов и кодексов);
- 3) первоисточники (исторические документы и тексты, литература на иностранных языках);
- 4) научного и научно-популярного (монографии, статьи, диссертации, научно-реферативные журналы, сборники научных трудов, ежегодники и т.д.);
- 5) периодические издания (профессиональные газеты и журналы); и т.д.

В качестве электронных поисковых систем и баз данных публикаций рекомендуется пользоваться следующими электронными ресурсами:

- Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru>
- Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы <http://www.libfl.ru>
- Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук (ИНИОН РАН) <http://www.inion.ru>

Для подготовки статей, докладов, эссе, рефератов и т.п. необходимо наличие MS Word 2010, 2013 и выше.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения лекций с демонстрацией слайдов и видеороликов используется проекционное мультимедийное оборудование, а также компьютер с возможностью выхода в локальную сеть университета и в сеть Интернет.

Для практического курса необходимы лабораторные стенды производства УчТехПрофи или Галсен (стенды для изучения "Умного счетчика электроэнергии", а так же стендов "Электроснабжения тяговой сети переменного и постоянного тока", дисплейный класс с установленным ПО MatLab или Electronic WorkBench, или LabView, обеспечение доступа к информационным базам данных (Интернет-ресурсам, электронной библиотеке, научно-библиотечным фондам и т.д.), пакет MS Office 2010, 2013 (Word, PowerPoint, Visio).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лекционные занятия проводятся в традиционном режиме презентации. Опорный конспект включает основные определения, схемы, графические иллюстрации, примеры и другие важные материалы курса.

В ходе лекции преподаватель демонстрирует на экране страницы конспекта (слайды презентации), комментирует и поясняет их содержание. Студентам рекомендуется делать дополнительные пометки и записи непосредственно в опорном конспекте. При необходимости, можно вести записи в традиционной форме в отдельной тетради. Для подготовки и выполнения лабораторных работ рекомендуется использовать опубликованные и электронные методические указания. Защита лабораторных работ предполагает обязательную демонстрацию разработанных программ и предоставление

отчета.

Опорный конспект лекций, методические указания для лабораторных работ, а также другие материалы размещаются на сервере кафедры и доступны для скачивания.

При самостоятельной подготовке студенты могут воспользоваться материалами, доступными в сети Интернет на официальных сайтах разработчиков программного обеспечения, а также на специализированных сайтах, содержащих учебную и справочную информацию.