

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гнатюк Максим Александрович  
Должность: Первый проректор  
Дата подписания: 11.07.2022 09:51:21  
Уникальный программный ключ:  
8873f497f100e798ae8c92c0d38e105c818d5410

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

## Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки Направление 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта  
Направленность (профиль) Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Квалификация **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:  
зачеты 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	4			
Неделя	4			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Контактные часы на	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24,25	24,25	24,25	24,25
Сам. работа	47,75	47,75	47,75	47,75
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Добрынин Евгений Викторович*

Рабочая программа дисциплины

**Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 23.06.01 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 889)

составлена на основании учебного плана: УП\_23.06.01\_ТТНТ\_ПСЖДТПЭ\_ОФО.plx

Направление подготовки Направление 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта Направленность (профиль)  
Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроснабжение железнодорожного транспорта**

Зав. выпускающей кафедрой

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	ознакомить аспиранта с основами методологии научных исследований работы системы тягового электроснабжения (СТЭ) как единого комплекса устройств, так и каждой составляющей в отдельности
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03.03
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
ОПК-1: владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в сфере техники и технологий наземного транспорта	
Знать:	
способы анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	
методологию, конкретные методы и приемы экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	
методологию, конкретные методы и приемы теоретических исследований в области профессиональной деятельности	
Уметь:	
применять методы сбора, обработки и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований в области	
планировать эксперименты	
ставить задачи и выполнять теоретические исследования в области профессиональной деятельности	
Владеть:	
практическими навыками и знаниями использования современных компьютерных технологий в научных исследованиях	
методами сбора, обработки и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований	
навыками теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	
ПК-1: способность к самостоятельной постановке и решению сложных теоретических и прикладных задач в области эксплуатации, проектирования, производства, технического обслуживания и ремонта подвижного состава железных дорог, в области тяги поездов и взаимодействия пути и подвижного состава, в области энергоснабжения железных дорог	
Знать:	
системы электроснабжения, их технико-экономические характеристики	
технико-экономические показатели и область применения различных видов тяги	
задачи железнодорожного транспорта по экономии топливно-энергетических ресурсов	
Уметь:	
использовать методологию экспериментальной оценки технико-экономических показателей подвижного состава и систем	
использовать методологию теоретической оценки технико-экономических показателей подвижного состава и систем	
использовать методологию математического анализа работы подвижного состава, его узлов и систем электроснабжения	
Владеть:	
принципами проведения экспериментальных исследований	
методами прочностных расчетов узлов подвижного состава, методами расчета и моделирования процессов, протекающих в	
методами построения тяговых характеристик локомотивов и моторвагонного подвижного состава	
ПК-2: способность применять углубленные знания в избранной области с учетом современных принципов научного исследования	
Знать:	
методы планирования экспериментов	
методы сбора, обработки и анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований с учетом современных	
принципы проведения теоретических и экспериментальных исследований с учетом современных принципов научного	
Уметь:	
планировать эксперимент	
моделировать с помощью современных программных продуктов процессы, и оценивать их влияние на экономические и	
разрабатывать и создавать продукцию и технологии с учетом современных принципов научного исследования	
Владеть:	
навыками разработки подвижного состава и систем электроснабжения	
навыками применения современных принципов научных исследований в своей научной работе	
методологией исследования в области подвижного состава, тяги поездов и электрификации	
<b>В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен</b>	
<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	методы расчета основных параметров СТЭ
3.1.2	методы расчета СТЭ по графикам движения поездов

3.1.3	методы расчета нагрузки на оборудовании СТЭ
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	производить расчет и выбор основных параметров СТЭ
3.2.2	производить оценку пропускной способности электрифицированного участка по условиям электроснабжения
3.2.3	производить электрические и тепловые измерения параметров работы оборудования СТЭ
3.2.4	проводить анализ и обработку результатов измерений
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами и средствами измерения электрических и тепловых параметров работы оборудования СТЭ
3.3.2	навыками разработки и создания лабораторных стендов для испытания оборудования СТЭ
3.3.3	навыками проведения измерений в СТЭ
3.3.4	методами анализа и обработки результатов испытаний

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Система тягового электроснабжения</b>			
1.1	Системы тягового электроснабжения железных дорог /Лек/	5	1	
1.2	Показатели работы СТЭ /Лек/	5	1	
1.3	Методы оценки пропускной способности участка по условиям электроснабжения /Лек/	5	1	
1.4	Методы и средства измерений электрических величин в высоковольтных и высокопоточных цепях /Лек/	5	2	
1.5	Тепловизионный контроль и диагностика электрооборудования /Лек/	5	1	
1.6	Статистическая обработка результатов исследования /Лек/	5	2	
	<b>Раздел 2. Моделирование системы тягового электроснабжения</b>			
2.1	Методология расчетов системы тягового электроснабжения /Лек/	5	2	
2.2	Математические модели СТЭ /Лек/	5	2	
2.3	Расчет СТЭ при различных режимах работы СТЭ /Пр/	5	6	
2.4	Обработка результатов расчетов СТЭ /Пр/	5	4	
2.5	Расчет пропускной способности участков /Пр/	5	2	
	<b>Раздел 3. Самостоятельная работа</b>			
3.1	Правила устройств СТЭ железных дорог /Ср/	5	3	
3.2	Нормативные требования к работе оборудования СТЭ /Ср/	5	3	
3.3	Построение математических моделей СТЭ участков /Ср/	5	10	
3.4	Датчики и средства измерения /Ср/	5	5	
3.5	Подготовка к лекциям /Ср/	5	6	
3.6	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	12	
3.7	Подготовка к зачету /Ср/	5	8,75	
	<b>Раздел 4. Контактные часы на аттестацию</b>			
4.1	Зачет /К/	5	0,25	

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

##### 5.1. Структура и содержание ФОС

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплины выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

##### 5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Критерии формирования оценок по результатам дискуссии

«Отлично» (5 баллов) – обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, информация представлена в переработанном виде.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответ на вопросы, представляет наглядный материал, помогающий слушателям запомнить основные пункты выступления.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации в презентации.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения практических заданий

«Отлично» («Зачтено») – ставится за выполнение заданий полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо» («Зачтено») – ставится за выполнение заданий полностью, но при наличии в ней не более одной ошибки и одного недочета, или не более трех недочетов.

«Удовлетворительно» («Зачтено») – ставится за выполнение заданий, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всех задач.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за выполнение заданий, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всех заданий.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Не зачтено» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки

### 5.3. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к зачету:

Системы тягового электроснабжения железных дорог, метрополитенов и других видов электрического транспорта

Схемы подключения группы тяговых подстанций к линии электропередач

Особенности схем питания тяговой сети однофазного тока промышленной частоты

Схемы присоединения тяговых подстанций к линиям

Схема внешнего электроснабжения тяговых подстанций для систем электрической тяги постоянного и переменного тока электропередачи

Система тягового электроснабжения однофазного переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц

Системы тягового электроснабжения железных дорог

Система тягового электроснабжения постоянного тока напряжением 3 кВ

Структура электроснабжения железной дороги

Тяговые рельсовые цепи

Электрические характеристики элементов системы тягового электроснабжения

Системы электроснабжения метрополитена и других видов электрического транспорта

Зарубежные системы тягового электроснабжения

Стыкование участков с различным напряжением в тяговой сети или с различными системами тока

Схемы питания контактной сети

Сопrotивление тяговой сети постоянного тока

Составное и эквивалентное приведенное сопротивление тяговой сети

Полное расчетное сопротивление тяговой сети

Полное сопротивление отдельных контуров тяговой сети переменного тока

Сопrotивление тяговой сети переменного тока

Особенности режима напряжения системы электроснабжения

Регулирование напряжения при помощи емкостной компенсации индуктивной составляющей сопротивления

Регулирование напряжения при помощи понижающих трансформаторов

Регулирование напряжения на тяговых подстанциях

Нормы напряжения в тяговой сети ( требования ПТЭ)

Пропускная способность участка межподстанционной зоны

Влияние режима напряжения на время хода поезда по перегону

Влияние изменения напряжения на работу электрических локомотивов

Влияние изменений напряжения на работу электрических локомотивов и пропускную способность участка железной дороги

Законы распределения числа поездов

Принцип метода расчета с учетом неравномерности движения поездов

Средние значения расчетных показателей системы тягового электроснабжения

Пути совершенствования систем тягового электроснабжения электрических железных дорог

Потери электрической энергии в системе тягового электроснабжения

Общая структура расходов электрической энергии в системе тягового электроснабжения

Пропускная способность участка железных дорог

Выбор варианта размещения тяговых подстанций

Электрические расчеты системы тягового электроснабжения

Принципы, исходные данные и порядок проектирования систем тягового электроснабжения

Принцип методов расчета по заданному графику движения поездов

Принципы расчета мгновенных схем

Методы расчета системы тягового электроснабжения

Принцип методов расчета по средним размерам движения поездов

Математические модели, программные средства расчета и моделирования работы системы тягового электроснабжения

Программные комплексы по расчету основных параметров СТЭ на ЭВМ.

Расчет числовых характеристик параметров систем электроснабжения  
 Алгоритм статистической обработки результатов расчета мгновенных схем  
 Статистические расчеты на ЭВМ  
 Программа модели графика движения поездов  
 Схемы замещения основных устройств электроснабжения  
 Модель взаимодействия электроподвижного состава и системы тягового электроснабжения  
 Метод формирования вероятностного графика движения на ЭВМ  
 Моделирование графика движения на ЭВМ - как основа имитационного моделирования систем тягового электроснабжения  
 Основные этапы решения задач тягового электроснабжения на ЭВМ  
 Задачи и решаемые при помощи ЭВМ в области тягового электроснабжения  
 Использование средств современной вычислительной техники в СТЭ электрических железных  
 Усиления СТЭ для пропуска поездов повышенной массы и длины  
 Расчет токов короткого замыкания (КЗ)  
 Методика выбора оборудования СТЭ  
 Расчет аварийных и вынужденных систем электроснабжения в имитационной модели  
 Расчет в комплексных числах  
 Электрический расчет на базе имитационной модели

#### 5.4. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Описание процедуры оценивания «Дискуссия».

Дискуссия может быть организована как в ходе проведения лекционного, так и в ходе практического или лабораторного занятия. Для эффективного хода дискуссии обучающиеся могут быть поделены на группы, отстаивающие разные позиции по одному вопросу. Преподаватель контролирует течение дискуссии, помогает обучающимся подвести её итог, сформулировать основные выводы и оценивает вклад каждого участника дискуссии в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

Описание процедуры оценивания выполнения практических заданий:

После проведения практических занятий обучающийся предоставляет отчет с выполненными заданиями. Отчет принимается, если все задания выполнены в соответствии с требованиями п.5.2. Если имеются ошибки, в том числе и по оформлению, то обучающийся должен переделать отчет и сдать его повторно.

Описание процедуры оценивания «Зачет». К зачету допускаются обучающиеся выполнившие все лабораторные работы и получившие по ним «зачет». В случае выполнения всех лабораторных работ, но при отсутствии «зачета» по ним, по усмотрению ведущего преподавателя, обучающийся может быть допущен к зачету, но при этом ему будут заданы дополнительные вопросы по темам не зачтенных лабораторных работ, в не зависимости от формы проведения зачета. Зачет принимается ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине. Зачет проводится как в форме устного собеседования с преподавателем, так и в форме тестирования (по выбору преподавателя).

При проведении зачета в форме собеседования преподаватель задает ряд вопросов, позволяющих оценить уровень освоения дисциплины обучающимся. Опрос обучающегося не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

При проведении зачета в форме тестирования в системе «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>) количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	ред. Просвиров Ю .Е., Феоктистов В. П.	Электрические железные дороги: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ по образов. на ж.-д. трансп., 2010	
Л1.2	Марквардт К. Г.	Электроснабжение электрифицированных железных дорог: учебник для вузов	Москва: Альянс, 2018	

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.3	Григорьев В.Л., Игнатъев В.В.	Тепловые процессы в устройствах тягового электроснабжения	М:УМЦ жд тр-та, 2007	<a href="https://el.book2.org/book/2900714/4ed38d">https://el.book2.org/book/2900714/4ed38d</a>
<b>6.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Митрофанов А. Н., Гаранин М. А., Добрынин Е. В.	Управление технологиями электропотребления и энергосбережения: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	Самара: СамГУПС, 2009	
<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>				
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>				
6.2.1.1	MS Office			
6.2.1.2	Программа для расчета системы тягового электроснабжения «Esnew-2»			
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>				
6.2.2.1	Железнодорожный справочник — энциклопедия <a href="http://вики.жд.рф">http://вики.жд.рф</a>			
6.2.2.2	Информация по железной дороге и подвижному составу <a href="http://lokomotiv.ru">http://lokomotiv.ru</a>			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
7.1	Лекционная аудитория (75 и более посадочных мест) с проектором, компьютерный класс			
7.2	Для самостоятельной работы обучающегося имеется неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде Moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».			