

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

Кафедра электротехнических комплексов

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электроснабжение электрического транспорта

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 4, семестр : 7

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	99
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

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 №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Сопов В. И.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
у7. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать современные методы анализа и экспериментального исследования объектов электротехники и электротехнологии	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность обрабатывать результаты экспериментов; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь использовать компьютерные технологии для обработки результатов исследований и составления отчетов	
Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
з2. знать параметры и характеристики электрооборудования электротехнических установок и способы их определения	
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Электроснабжение электрического транспорта</i>	
ПК.1.з1 знать современные методы анализа и экспериментального исследования объектов электротехники и электротехнологии	
1. знать методы проведения экспериментальных исследований в системах электроснабжения и на электроподвижном составе	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.2.у7 уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	
2. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у1 уметь использовать компьютерные технологии для обработки результатов исследований и составления отчетов	
3. уметь обрабатывать статистические данные по электрическим величинам в системе электрической тяги методами теории вероятностей и математической статистики	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.5.з2 знать параметры и характеристики электрооборудования электротехнических установок и способы их определения	
4. знать параметры электрооборудования электротехнологических установок и способы их определения	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. знать параметры электрооборудования подстанций и тяговой сети и способы их определения	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.6.у1 уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	

6. уметь рассчитывать электрические нагрузки, напряжения, расходы электроэнергии в системах тягового электроснабжения и электроподвижного состава	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
---	---

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Характеристики энергетических ресурсов, принципы производства и распределения электроэнергии				
1. 1.1. Топливные, гидравлические и ядерные энергетические ресурсы и их характеристики. 1.2. Принципы устройства и характеристики тепловых, гидравлических и атомных электрических станций. 1.3. Электрические сети и подстанции, понятия и характеристика электроэнергетических систем.	0	4	4	Изучение характеристик энергетических ресурсов, принципов устройства электрических станций и формирования энергосистем
Дидактическая единица: Характеристика элементов и классификация систем электроснабжения электрического транспорта (СЭС ЭТ)				
2. 2.1. Характеристика элементов СЭС ЭТ. 2.2. Классификация и принципы построения СЭС ЭТ. 2.3. Вопросы электромагнитной совместимости, связи и влияния СЭС ЭТ.	0	4	4	Изучить принципы выполнения системы тягового электроснабжения
Дидактическая единица: Параметры элементов и схемы СЭС ЭТ				
3. 3.1. Схемы, параметры и расчеты первичного электроснабжения. 3.2. Схемы и параметры тяговых подстанций. 3.3. Схемы и параметры тяговых сетей.	0	4	4, 5	Изучение схем и параметров элементов СТЭ.
Дидактическая единица: Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ)				
4. 4.1. Режимы энергопотребления и количества поездов на секциях тяговой сети. 4.2. Электрические нагрузки фидеров и подстанций. 4.3. Режимы напряжения в СЭС ЭТ. 4.4. Вынужденные режимы и вопросы надежности электроснабжения поездов.	0	4	1, 3	Изучение режимов токов и напряжений в системе, энергопотребления поездов
Дидактическая единица: Методы расчетов электрических величин в СТЭ				

5. 5.1. Назначение, классификация и точность методов электрических расчетов СЭС ЭТ. 5.2. Методы электрических расчетов на основе графиков движения поездов. 5.3. Электрические расчеты СЭС методами равномерных и подвижных нагрузок. 5.4. Аналитические методы расчетов электрических величин в СЭС. 5.5. Расчеты максимальных нагрузок фидеров и подстанций.	0	6	2, 3, 6	Изучение методов электрических расчетов СТЭ
Дидактическая единица: Расчеты и выбор параметров элементов СТЭ				
6. 6.1. Методы технико-экономической оценки параметров элементов СЭС. 6.2. Выбор вариантов размещения подстанций и схем питания и секционирования тяговой сети. 6.3. Расчеты трансформаторной и вентильной мощности подстанций. 6.4. Расчеты сечений и нагрева проводов контактной сети и питающих линий.	0	4	1, 2, 3, 6	Выработать умения выбирать мощности подстанций, сечения проводов контактной сети и питающих линий
Дидактическая единица: Токи коротких замыканий и защиты тяговой сети от сверхтоков.				
7. 7.1. Расчеты токов короткого замыкания в тяговой сети. 7.2. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания.	0	6	1, 2, 3, 6	Выработать умения определять токи короткого замыкания и схем, и средств защиты тяговых стей от сверхтоков.
Дидактическая единица: Блуждающие токи рельсовых сетей и защита подземных сооружений от электрокоррозии				
8. 8.1. Оценка блуждающих токов и расчеты потенциалов рельсовой сети и подземных сооружений. 8.2. Защита подземных сооружений от коррозии блуждающими токами. Заключение. Этапы и общий алгоритм проектирования СЭМ ЭТ.	0	4	1, 6	Изучение гальванических влияний рельсовых сетей на подземные сооружения и методов их защиты от электрической коррозии.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ)				

1. Моделирование реализаций графиков нагрузок фидеров и подстанций на ЭВМ и обработка их методами математической статистики	0	6	2, 3	Получение реализаций графиков нагрузок и их обработка методами математической статистики на ЭВМ.
Дидактическая единица: Методы расчетов электрических величин в СЭТ				
2. Исследование электрических нагрузок и напряжений в СЭС ЭТ на модели	4	4	3, 4	Выработка умений определять режимы токов и напряжений в СЭТ.
3. Исследование поездных токов и параметров тяговой сети на физической модели	1	4	4, 6	Выработать умения определять характеристики поездных токов.
Дидактическая единица: Блуждающие токи рельсовых сетей и защита подземных сооружений от электрокоррозии				
4. Исследование потенциалов и блуждающих токов в рельсовых сетях на модели	2	4	3, 6	Выработка умений определения потенциальных диаграмм рельсовых сетей.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Характеристики энергетических ресурсов, принципы производства и распределения электроэнергии				
1. Оценка и расчет энергетических характеристик энергоресурсов.	1	2	2, 3	Выработка знаний и умений по оценке расходов энергоресурсов на выработку электроэнергии.
2. Оценка и расчет энергетических характеристик энергоресурсов.	0	1	6	Выработка знаний и умений по оценке расходов энергоресурсов на выработку электроэнергии.
3. Примеры расчетов мощности подстанции и сечений секций контактной сети и питающих линий	2	4	5	Выработка умений по расчетам и выбору мощности подстанций, сечений проводов тяговой сети.
4. Расчет токов короткого замыкания и выбор уставок защиты тяговой сети	0	2	6	Выработка умений по расчетам токов короткого замыкания защите устройств от сверхтоков.
Дидактическая единица: Характеристика элементов и классификация систем электроснабжения электрического транспорта (СЭС ЭТ)				
6. Пример электрического расчета ЛЭП первичного питания подстанции и потерь электроэнергии в силовом трансформаторе	2	2	6	Пример электрического расчета ЛЭП первичного питания подстанций. Выработка знаний по расчетам систем внешнего электроснабжения
Дидактическая единица: Параметры элементов и схемы СЭС ЭТ				

7. Примеры расчетов эквивалентных сопротивлений первичных ЛЭП, подстанции и тяговой сети.	2	2	4	Выработка умений определять параметры элементов замещения
Дидактическая единица: Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ)				
9. Расчеты потерь электроэнергии при ее преобразовании и передаче к тяговому подвижному составу	2	2	4, 6	Выработка знаний и умений по расчетам технологических расходов электроэнергии при её преобразовании и передаче потребителю.
Дидактическая единица: Методы расчетов электрических величин в СТЭ				
10. Расчеты электрических величин для тяговой секции методами аналитическим и равномерно-распределенной нагрузки	2	3	6	Выработка умений по выполнению электрических расчетов систем тягового электроснабжения.

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ)				
1. Самостоятельное изучение теоретического материала	0	29	5, 6	Самостоятельное изучение теоретического материала

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	2, 3, 6	20	0
Разработка схем питания и секционирования тяговой сети, расчеты поездных токов, проведение электрических расчетов системы электроснабжения, выбор параметров элементов, расчет токов короткого замыкания: Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.				
2	Подготовка к занятиям	1, 4, 5	10	0

Изучение описаний лабораторных работ: Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar> Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar> Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.

3	Дополнительная учебная деятельность	2, 3, 6	10	0
---	-------------------------------------	---------	----	---

Решение задач по определению тяговых рагрузок Зпс и тяговывж подстанций : Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar> Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar> Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.

4	Подготовка к аттестации	1, 4, 5	30	7
---	-------------------------	---------	----	---

Подготовка к итоговой аттестации: Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar> Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar> Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.

5	Самостоятельное изучение теоретического материала	5, 6	29	0
---	---	------	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar> Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar> Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:sopov@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	e-mail:sopov@corp.nstu.ru ; ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Лабораторная:</i>	20	40
<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.2	у7. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач			+
ПК.1	з1. знать современные методы анализа и экспериментального исследования объектов электротехники и электротехнологии			+
ПК.2	у1. уметь использовать компьютерные технологии для обработки результатов исследований и составления отчетов	+		+
ПК.5	з2. знать параметры и характеристики электрооборудования электротехнических установок и способы их определения			+
ПК.6	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках		+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Сопов В. И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе : [учебник для вузов по направлению подготовки 140400 - "Энергетика и электротехника" модуль "Электротехника"] / В. И. Сопов, Н. И. Щуров. - Новосибирск, 2013. - 727 с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176648
2. Сопов В. И. Электроснабжение электрического транспорта : учебное пособие / В. И. Сопов, Ю. А. Прокушев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 131, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000052558

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электроснабжение и тяговые сети городского электрического транспорта. Ч. 2 : методические указания к лабораторным работам для 4-5 курсов электромеханического факультета (специальность 1605) дневного, вечернего и заочного отделения / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. Сопов В. И.]. - Новосибирск, 1979. - 59, [1] с.
2. Моделирование электротранспортных систем. Модель обработки статистического ряда : методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов IY-Y курсов электромеханического факультета дневного и заочного отделений специальности 180700 "Электрический транспорт" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 43 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2696.rar>
3. Электроснабжение электрического транспорта : программа курса, курсовые задания с методическими указаниями для студентов IY-Y курсов специальности 180700 "Электрический транспорт" дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. И. Сопов]. - Новосибирск, 2004. - 31 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2697.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

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

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение электрического транспорта

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электроснабжение электрического транспорта приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	у9. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач	Дидактическая единица:5 Методы расчетов электрических величин в СТЭ 5.5 5.1. Назначение, классификация и точность методов электрических расчетов СЭС ЭТ. 5.2. Методы электрических расчетов на основе графиков движения поездов. 5.3. Электрические расчеты СЭС методами равномерных и подвижных нагрузок. 5.4. Аналитические методы расчетов электрических величин в СЭС. 5.5. Расчеты максимальных нагрузок фидеров и подстанций. Дидактическая единица:6 Расчеты и выбор параметров элементов СТЭ 6.6 6.1. Методы технико-экономической оценки параметров элементов СЭС. 6.2. Выбор вариантов размещения подстанций и схем питания и секционирования тяговой сети. 6.3. Расчеты трансформаторной и вентильной мощности подстанций. 6.4. Расчеты сечений и нагревания проводов контактной сети и питающих линий. Дидактическая единица:7 Токи коротких замыканий и защиты тяговой сети от сверхтоков. 7.7 7.1. Расчеты токов короткого замыкания в тяговой сети. 7.2. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания.		Экзамен, вопросы 1-11, 35-72
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	з1. знать современные методы анализа и экспериментального исследования объектов электротехники и электротехнологии	Дидактическая единица:4 Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ) 4.4 4.1. Режимы энергопотребления и количества поездов на секциях тяговой сети. 4.2. Электрические нагрузки		Экзамен, вопросы 35-44, 55-82

		фидеров и подстанций. 4.3. Режимы напряжения в СЭС ЭТ. 4.4. Вынужденные режимы и вопросы надежности электроснабжения поездов.		
ПК.2/НИ способность обрабатывать результаты экспериментов	у1. уметь использовать компьютерные технологии для обработки результатов исследований и составления отчетов	Дидактическая единица:4 Электрические нагрузки, напряжения и вынужденные режимы в системах тягового электроснабжения (СТЭ) 4.1 Моделирование реализаций графиков нагрузок фидеров и подстанций на ЭВМ и обработка их методами математической статистики 4.4 4.1. Режимы энергопотребления и количества поездов на секциях тяговой сети. 4.2. Электрические нагрузки фидеров и подстанций. 4.3. Режимы напряжения в СЭС ЭТ. 4.4. Вынужденные режимы и вопросы надежности электроснабжения поездов. Дидактическая единица:5 Методы расчетов электрических величин в СТЭ 5.2 Исследование электрических нагрузок и напряжений в СЭС ЭТ на модели 5.5 5.1. Назначение, классификация и точность методов электрических расчетов СЭС ЭТ. 5.2. Методы электрических расчетов на основе графиков движения поездов. 5.3. Электрические расчеты СЭС методами равномерных и подвижных нагрузок. 5.4. Аналитические методы расчетов электрических величин в СЭС. 5.5. Расчеты максимальных нагрузок фидеров и подстанций. Дидактическая единица:6 Расчеты и выбор параметров элементов СТЭ 6.6 6.1. Методы технико-экономической оценки параметров элементов СЭС. 6.2. Выбор вариантов размещения подстанций и схем питания и секционирования тяговой сети. 6.3. Расчеты трансформаторной и вентильной мощности подстанций. 6.4. Расчеты сечений и нагрева проводов контактной сети и питающих линий. Дидактическая единица:7 Токи коротких замыканий и защиты тяговой сети от сверхтоков. 7.7 7.1. Расчеты токов короткого замыкания в	РГЗ, разделы 1,3,4	Экзамен, вопросы 1-11, 35-82

		тяговой сети. 7.2. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания. Дидактическая единица:8 Блуждающие токи рельсовых сетей и защита подземных сооружений от электрокоррозии 8.4 Исследование потенциалов и блуждающих токов в рельсовых сетях на модели		
ПК.5/ПТ готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	32. знать параметры и характеристики электрооборудования электротехнических установок и способы их определения	Дидактическая единица:1 Характеристики энергетических ресурсов, принципы производства и распределения электроэнергии 1.1 1.1. Топливные, гидравлические и ядерные энергетические ресурсы и их характеристики. 1.2. Принципы устройства и характеристики тепловых, гидравлических и атомных электрических станций. 1.3. Электрические сети и подстанции, понятия и характеристика электроэнергетических систем. Дидактическая единица:2 Характеристика элементов и классификация систем электроснабжения электрического транспорта (СЭС ЭТ) 2.2 2.1. Характеристика элементов СЭС ЭТ. 2.2. Классификация и принципы построения СЭС ЭТ. 2.3. Вопросы электромагнитной совместимости, связи и влияния СЭС ЭТ. Дидактическая единица:3 Параметры элементов и схемы СЭС ЭТ 3.3 3.1. Схемы, параметры и расчеты первичного электроснабжения. 3.2. Схемы и параметры тяговых подстанций. 3.3. Схемы и параметры тяговых сетей.		Экзамен, вопросы 1-54
ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у1. уметь выполнять основные технические расчеты процессов в электроэнергетических и электротехнических установках	Дидактическая единица:1 Характеристики энергетических ресурсов, принципы производства и распределения электроэнергии 1.4 Расчет токов короткого замыкания и выбор уставок защиты тяговой сети Дидактическая единица:2 Характеристика элементов и классификация систем электроснабжения электрического транспорта (СЭС ЭТ) 2.6 Пример электрического расчета ЛЭП первичного питания подстанции и потерь электроэнергии в силовом	РГЗ, разделы 1-5	Экзамен, вопросы 1-21, 35-82

		трансформаторе 5.5 5.1. Назначение, классификация и точность методов электрических расчетов СЭС ЭТ. 5.2. Методы электрических расчетов на основе графиков движения поездов. 5.3. Электрические расчеты СЭС методами равномерных и подвижных нагрузок. 5.4. Аналитические методы расчетов электрических величин в СЭС. 5.5. Расчеты максимальных нагрузок фидеров и подстанций. Дидактическая единица:5 Методы расчетов электрических величин в СТЭ 5.10 Расчеты электрических величин для тяговой секции методами аналитическим и равномерно-распределенной нагрузки Дидактическая единица:6 Расчеты и выбор параметров элементов СТЭ 6.6 6.1. Методы технико-экономической оценки параметров элементов СЭС. 6.2. Выбор вариантов размещения подстанций и схем питания и секционирования тяговой сети. 6.3. Расчеты трансформаторной и вентильной мощности подстанций. 6.4. Расчеты сечений и нагрева проводов контактной сети и питающих линий. Дидактическая единица:7 Токи коротких замыканий и защиты тяговой сети от сверхтоков. 7.7 7.1. Расчеты токов короткого замыкания в тяговой сети. 7.2. Защита тяговой сети от токов короткого замыкания. Дидактическая единица:8 Блуждающие токи рельсовых сетей и защита подземных сооружений от электрокоррозии 8.8 8.1. Оценка блуждающих токов и расчеты потенциалов рельсовой сети и подземных сооружений. 8.2. Защита подземных сооружений от коррозии блуждающими токами. Заключение. Этапы и общий алгоритм проектирования СЭМ ЭТ.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.1/НИ, ПК.2/НИ, ПК.5/ПТ, ПК.6/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электроснабжение электрического транспорта», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-21, второй вопрос из диапазона вопросов 22-54, третий из диапазона вопросов 55-82 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Электроснабжение электрического транспорта»

1. Вопрос (1-21)
2. Вопрос (22-54)
3. Вопрос (55-82)

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет менее 20 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 21-26 *баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить

качественные характеристики процессов, оценка составляет 27-34 *баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 35-40 *баллов*.

3. Шкала оценки

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в результате выполнения лабораторных работ (максимум 40 баллов), расчетно-графического задания (максимум 20 баллов) и сдачу экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E		
25-49	FX	неуд.	незачтено
0-24	F		

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электроснабжение электрического транспорта»

Раздел 1

1. Что такое энергоресурс, энергия первичная, вторичная?
2. Как классифицируют энергоресурсы?
3. Какими характеристиками определяют свойства энергоресурсов?
4. Как принципиально устроена ТЭС и каковы ее элементы? В чем отличия КЭС и ТЭЦ?
5. Что представляет собой и как устроены газо- и газопаровые электростанции (установки)?
6. Каков принцип устройства гидравлических электростанций (ГЭС)? Какого вида они бывают?
7. Как принципиально устроены атомные электростанции (АЭС) и атомные реакторы?
8. Как классифицируют линии электропередачи (ЛЭП) и какова шкала

стандартных напряжений и токов?

9. Что такое энергосистема, в чем выгода объединения ЭС на параллельную работу?

10. Как устроены подстанции энергосистем?

11. Что такое энергосистема районная, объединенная, единая?

Раздел 2

12. Что такое система электроснабжения электрического транспорта (СЭС ЭТ) и из каких элементов она состоит?

13. Что такое тяговая подстанция и какова ее структура?

14. Что такое выпрямительный агрегат, распределительное устройство, фидер?

15. Как определяют понятия: тяговая сеть (ТС), контактная сеть (КС), питающая линия, секционный изолятор, секционирование КС, район питания подстанции?

16. По каким признакам классифицируют СЭС ЭТ?

17. В чем различия между централизованной и децентрализованной СЭС?

18. Какие разновидности СЭС по роду тока и уровням напряжения используют на ЭТ?

19. Что представляет собой СЭС 2х25 кВ?

20. Что представляет собой СЭС двойного напряжения с преобразовательными пунктами?

21. Что такое гальванические и электромагнитные влияния СЭС?

Раздел 3

22. Какие типы схем первичного питания подстанций применяют и в чем их преимущества и недостатки?

23. Как определить электрические параметры ЛЭП?

24. Как найти токи и потери напряжения и мощности в первичных ЛЭП?

25. Как определить эквивалентное сопротивление первичной ЛЭП?

26. Как найти электрические параметры и потери мощности в силовых трансформаторах питающих центров?

27. Что представляют собой принципиальные электрические схемы подстанций постоянного и переменного тока?

28. Какие применяют схемы выпрямления в ВА и в чем их преимущества и недостатки?

29. Какими параметрами характеризуют подстанции?

30. Какие схемы секций тяговой сети (ТС) применяют на ЭТ? Зачем делят ТС на секции?

31. Что представляет собой рельсовая сеть?

32. Как формируются полные схемы питания и секционирования тяговой сети?

33. Какой состав проводов секций контактной сети может быть? Какие используют тросы и контактные провода?

34. Как найти сопротивление контактной и рельсовой сетей? Что такое параметр тяговой сети?

Раздел 4

35. В какой форме представляется энергопотребление поездов?

36. Как найти числовые характеристики поездных токов?

37. По каким исходным данным и как можно определить плотности и числа поездов на участках транспортной сети?

38. Как найти числовые характеристики токов фидера, подстанции?

39. Какими законами распределения вероятностей их описывают тяговые токи?

40. Как влияет напряжение на токоприемнике на движение поезда?

41. Как нормируют качество электроэнергии на токоприемниках ЭПС?

42. Что такое надежность СЭС, и какими показателями ее определяют? Какие отказы рассматривают?

43. Какие вынужденные режимы работы рассматривают для СТЭ?

44. Какие мероприятия проводятся для повышения надежности СЭС ЭТ?

Раздел 5

- 45. Зачем нужны электрические расчеты СЭС, и какие величины при этом определяют и как их используют?
- 46. Как классифицируют методы электрических расчетов и как их применяют для различных видов транспорта?
- 47. Какой смысл и содержание методов расчетов на основе графиков движения поездов?
- 48. Как определить электрические величины в мгновенных схемах?
- 49. Как в методе равномерно распределенной нагрузки определяют электрические величины?
- 50. Как в методе подвижных нагрузок определить электрические величины при одном поезде на секции?
- 51. Как в аналитических методах расчетов определяют электрические величины?
- 52. Какой вид имеют обобщенные формулы для расчетов электрических величин аналитическим методом?
- 53. Что такое расчетный максимум нагрузки фидера, подстанции и какие общие принципы их определения?
- 54. Как законы распределения вероятностей используют для оценок коэффициентов максимумов тяговых нагрузок.

Раздел 6

- 55. По каким параметрам СТЭ является многовариантной какие варианты рассматривают?
- 56. В чем суть методов сравнения вариантов СЭС по условным приведенным затратам и срокам окупаемости?
- 57. Как определяют приведенные затраты и сроки окупаемости?
- 58. Как определяют затраты на потери электроэнергии в элементах СЭС ЭТ?
- 59. Как найти минимум целевой функции приведенных затрат, экономическую и допустимую плотность тока в проводах?
- 60. Какова последовательность разработки варианта СЭС и выбора схем электроснабжения поездов?
- 61. Как выбрать и обосновать сечения проводов секций контактной сети и кабелей питающих линий?
- 62. Как выбрать и обосновать мощность подстанции?
- 63. Как выбрать трансформаторную и вентильную мощности подстанции?

Раздел 7

- 64. Как различают короткие замыкания в тяговых сетях?
- 65. Что представляет собой схема замещения контура короткого замыкания? Как описывают переходный процесс в контуре КЗ?
- 66. Какие принимаются условия и как определить наименьший ток короткого замыкания (ТКЗ) в тяговой сети?
- 67. Какие электрические аппараты используют для коммутации токов фидеров постоянного тока и как протекает процесс отключения ТКЗ?
- 68. Как выбрать ток уставки аппарата защиты фидера и что значит малый ТКЗ?
- 69. Что значит каскадные виды защит тяговой сети при малых ТКЗ?
- 70. Тепловые защиты фидеров ТС, косвенные и на тепловых датчиках, какой имеют принцип построения, что в них общего и в чем различие?
- 71. Как выполняются защиты, реагирующие на скорость нарастания тока, и импульсные, что в этих защитах общего и в чем различие?
- 72. Как устроены микропроцессорные защиты типа ЦЗАФ?

Раздел 8

73. Что такое электрическая коррозия и как она связана с токами, стекающими с подземного сооружения (ПС)?
74. Как нормируют потери напряжения в рельсовых сетях (РС) трамвая, метрополитена и ЭЖД?
75. Какой вид потенциальных диаграмм рельс-земля, ПС-земля?
76. Какими параметрами характеризуют систему рельс-земля-ПС, от чего зависят величины блуждающих токов?
77. В чем заключается расчет РС и как найти координату подключения к ней отрицательной питающей линии?
78. Активные и пассивные методы защиты ПС от электрокоррозии, в чем состоят?
79. Зачем выравнивают потенциалы отрицательных пунктов? Какой принцип устройства ВДУ?
80. Как выполняют электродренажные защиты ПС?
81. Катодная защита, каков принцип выполнения и как устроен анодный заземлитель?
82. Как устраивают протекторную защиту ПС?

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Электроснабжение электрического транспорта», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать параметры элементов преобразователя для нужд электрической тяги в соответствии с исходными данными.

Исходные данные к работе: вид транспорта, тип подвижного состава, схема транспортной линии, размеры движения, типы контактных подвесок.

Объектом РГЗ является участок транспортной сети одного вида транспорта, охватывающий один район питания подстанции (одну межподстанционную зону).

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ схем тяговых сетей, провести электрические расчеты и выбрать параметры элементов системы.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Расчет поездных токов (5 баллов);
2. Обоснование схем электроснабжения (5 баллов);
3. Электрические расчеты системы (5 баллов);
4. Выбор сечений контактной сети (5 баллов);
5. Определение мощности подстанции.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует выбор и обоснование схем тяговой сети, расчеты выполнены с ошибками, параметры элементов не определены. Оценка в баллах менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: недостаточно полно обоснованы схемы тяговой сети, расчеты выполнены формально. Оценка в баллах 11-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если схемы тяговой сети и подстанций выбраны правильно, параметры элементов обоснованы, подобраны типовые объекты, описание выполнено в полном объеме, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если, описание выполнено в полном объеме, предложены и обоснованы меры по оптимизации системы, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Итоговая оценка в баллах по дисциплине составляется из суммы баллов, полученных в результате выполнения лабораторных работ (максимум 40 баллов), расчетно-графического задания (максимум 20 баллов) и сдачи экзамена (максимум 40 баллов) в письменной форме.

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная (4-уровневая) шкала оценки	
98-100	A+	отлично	зачтено
93-97	A		
90-92	A-		
87-89	B+		
83-86	B	хорошо	
80-82	B-		
77-79	C+		
73-76	C		
70-72	C-	удовл.	
67-69	D+		
63-66	D		
60-62	D-		
50-59	E	неуд.	незачтено
25-49	FX		
0-24	F		

4. Примерный перечень тем РГЗ

РГЗ выполняется по темам модулей 5 и 6 на тему: " Электрические расчеты и выбор сечений тяговых секций и мощности подстанции "

Вопросы, подлежащие решению:

1. Расчет поездных токов, плотности поездов на участках;
2. Обоснование схемы электроснабжения и электрические расчеты;
3. Расчеты и выбор сечений питающих линий и контактной сети, мощности подстанций;
4. расчет токов короткого замыкания и выбор уставок защит.