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

Кафедра электротехнических комплексов

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Гибридные транспортные средства

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Повышение энергоэффективности систем электрического транспорта

Курс: 2, семестр : 3

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	38
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	32
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	20
8	из них практической подготовки, час.	2
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	106
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №147 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, 31.08.2026

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

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Щуров Н. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/ПР Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности
	ПК-1.В/ПР. 2 Разрабатывает и анализирует обобщенные варианты решения проблемы
Профессиональные компетенции	ПК-2.В/ПР Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований
	ПК-2.В/ПР. 2 Способен анализировать и синтезировать объекты профессиональной деятельности
	ПК-2.В/ПР. 3 Способен разработать методики и проводить исследования объектов профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	ПК-3.В/ТЕ Способен разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья в области электротранспортных комплексов
	ПК-3.В/ТЕ. 1 Способен разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья
	ПК-3.В/ТЕ. 3 Способен определять показатели функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/ПР. 2 Разрабатывает и анализирует обобщенные варианты решения проблемы	
о проблемах и перспективах использования накопителей энергии в транспортных средствах; о развитии гибридных транспортных средств	Практические занятия; Самостоятельная работа
различные варианты схемных решений гибридных электротранспортных средств	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2.В/ПР. 2 Способен анализировать и синтезировать объекты профессиональной деятельности	
проводить расчеты энергоемкости накопителя энергии с целью реализации режима автономного хода	Практические занятия; Самостоятельная работа
проводить выбор различных конфигураций гибридных энергетических установок с накопителями энергии различного типа и автономных истончиков питания	Практические занятия;
ПК-2.В/ПР. 3 Способен разработать методики и проводить исследования объектов профессиональной деятельности	
об истории развития различных видов источников энергии в том числе гибридных истоников и их применении на транспорте	Практические занятия; Самостоятельная работа
рассчитывать электромагнитные процессы в электрических приводах ГТС и энергораспределение в различных звеньях энергоустановок	Практические занятия; Самостоятельная работа
рассчитывать буферное накопительное устройство, позволяющего снизить пики электропотребления или аккумулировать энергию в режиме электрического торможения	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ТЕ. 1 Способен разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья	
проводить расчеты первичного источника энергии гибридного транспортного средства; определение мощности ДВС	Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК-3.В/ТЕ. 3 Способен определять показатели функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	
уметь проводить и обосновывать выбор накопителя энергии при проектировании его для различных видов электротранспортных средств	Практические занятия; Самостоятельная работа
принципы работы и основные характеристики наиболее распространенных типов накопителей энергии и автономных источников питания	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Задачи курса и основные понятия					
1. Тема 1.1 Цели и задачи курса; этапы исторического развития гибридных транспортных средств.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 3	Цели и задачи курса; этапы исторического развития применения накопителей энергии в различных областях техники и на транспортных средствах; развитие гибридных источников энерги в составе электротранспортных средств.
2. Тема 1.2 Современное состояние вопроса использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения в гибридных электротранспотрных средствах.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 3	Современное состояние вопроса использования различных типов гибридных энергоустановок в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов в транспортных системах.
Дидактическая единица: Общие вопросы устройства и проектирования ГТС					
4. Тема 2.1 Основные схемотехнические решения по исполнению силовых энергетических установок в гибридных электротранспортных средствах (ГТС)	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 3,ПК-3.В/ТЕ .3	Схемы энергетических установок: последовательная; параллельная; смешанная. Энергетический подход к проблеме обоснования основных составляющих гибридной энергетической установки ТС.
5. Тема 2.2 Методы определения энергоемкости НЭ и мощности ПИЭ в зависимости от типа и вида транспортного средства.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 3	Методы определения энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства.

6. Тема 2.3 Задачи, выполняемые НЭ и ПИЭ на транспортном средстве	2	0	1	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3	Автономный ход; аккумулирование энергии электрических торможений; снижение пиковой нагрузки в сетях электроснабжения.
Дидактическая единица: Первичные источники энергии ГТС					
7. Тема 3.1 Современное развитие первичных источников энергии ГТС	2	2	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3	Различные виды первичных источников энергии (ПИЭ) ГТС: дизель-генераторы, газотурбинные генераторы, топливные элементы и иные перспективные решения
8. Тема 3.2 Первичные источники энергии ГТС	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.3	Условия и режимы работы ПИЭ. Требования к ПИЭ. Принципы и методы проектирования ПИЭ. Сранение различных видов ПИЭ ГТС.
Дидактическая единица: Вторичные источники энергии (электромеханические накопители энерги)					
9. Тема 4 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей. Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Эксплуатационные особенности данного типа накопителей энергии. Внешние характеристики ЭМНЭ. Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.
Дидактическая единица: Вторичные источники энергии (электрохимические накопители энергии)					
10. Тема 5 Электрохимические накопители энергии. Особенности применения ЭХНЭ в тяговых приводах электротранспортных средств. Схемные решения.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Преимущества и недостатки. Внешние характеристики (электрохимические накопители энергии) ЭХНЭ. Знакомство с принципами выбора схемных решений установок, использующих НЭ.
Дидактическая единица: Вторичные источники энергии (емкостные накопители энергии)					
11. Тема 6. Емкостные накопители энергии. Накопители на базе "классических" конденсаторов и на основе конденсаторов двойного электрического слоя.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Основные характеристики и примеры использования. Сравнение ЕНЭ с другими типами накопителей энергии. Характеристики ЕНЭ. Примеры применения данного вида накопителей на ЭПС.
Дидактическая единица: Вторичные источники энегии (гибридные виды накопительных устройст)					

12. Тема 7.1 Гибридные виды накопительных устройств.	1	0	0	ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Области применения, схемные решения, распределение энергии между составляющими частями ГНЭ.
Дидактическая единица: Расчет параметров гибридной энергетической установки электротранспортного средства					
13. Тема 7.2 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании для электроподвижного состава.	2	0	2	ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.3	Выбор типов НЭ для ЭПС.
14. Тема 7.3 Расчет пиковой мощности, динамический фактор ГТС.	1	0	1	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.1	Расчет мощности ПИЭ ГТС, с учетом пиковой мощности буферного накопителя энергии, утончение типа НЭ.
15. Тема 7.4 Расчет ПИЭ.	1	0	1	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	Расчет усредненной мощности первичного источника энергии. Уточнение типа ПИЭ.
16. Тема 7.5 Тяговая динамика ГТС.	1	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	Режимы ведения. Установление ограничений и построение тяговых характеристик.
17. Тема 7.6 Расчет сил сопротивления движению ГТС.	1	0	1	ПК-2.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1	Расчет сил сопротивления: качению; от улонов; от взаимодействия с воздущной средой; сопротивление разгону.
18. Тема 7.7 Расчет буферного накопительного устройства.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.3	Расчет энергии в режиме электрического торможения. Расчет буферного накопительного устройства. Энергообмен между первичным источником энергии и тяговым двигателем.
19. Тема 7.9 Расчет основных параметров накопителя энергии для реализации автономного хода.	1	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Расчет основных параметров накопителя энергии для реализации автономного хода.
20. Тема 7.10 Проектирование электрической схемы транспортного средства комбинированной энергетической установкой.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3	Выбор схемных решений, расчет параметров элементов схемы.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Общие вопросы устройства и проектирования ГТС					
1. Самостоятельное изучение типов НЭ и ПИЭ	20	0	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Самостоятельное изучение типов накопителей энергии

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Тема 3.1 Современное развитие первичных источников энергии ГТС	Пр	Выполняет следующие виды работ: современное развитие первичных источников энергии ГТС

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-2.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	50	2
Выполнение РГЗ: Щуров Н. И. Теория электрической тяги : Учебное пособие / Н. И. Щуров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 98 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434 Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-2.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	21	0
: Обучающая система "Электронный лектор" : методические указания для преподавателей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Штанг, М. В. Ярославцев]. - Новосибирск, 2017. - 13, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425 Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.3,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	15	2

Подготовка к зачету: повторение теоретического материала: Обучающая система "Электронный лектор" : методические указания для преподавателей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Штанг, М. В. Ярославцев]. - Новосибирск, 2017. - 13, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425 Щуров Н. И. Теория электрической тяги : Учебное пособие / Н. И. Щуров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 98 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434 Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	20	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Обучающая система "Электронный лектор" : методические указания для преподавателей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Штанг, М. В. Ярославцев]. - Новосибирск, 2017. - 13, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425 Щуров Н. И. Теория электрической тяги : Учебное пособие / Н. И. Щуров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 98 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434 Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.				

3.3 Технология обучения

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

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:stang@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:stang@corp.nstu.ru
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Размещение учебных материалов	ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

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

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Практические занятия: Расчет параметров гибридной энергетической установки ЭТС	8	15
Практические занятия: Вторичные источники энергии	4	8
Практические занятия: Общие вопросы устройства и проектирования ГТС	2	5
Практические занятия: Задачи курса и основные понятия	2	5
Практические занятия: Первичные источники энергии ГТС	4	7

РГЗ/Реферат:	20	40
Зачет:	10	20

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

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-1.В/ПР	ПК-1.В/ПР 2. Разрабатывает и анализирует обобщенные варианты решения проблемы	+	+
ПК-2.В/ПР	ПК-2.В/ПР 2. Способен анализировать и синтезировать объекты профессиональной деятельности	+	+
	ПК-2.В/ПР 3. Способен разработать методики и проводить исследования объектов профессиональной деятельности	+	+
ПК-3.В/ТЕ	ПК-3.В/ТЕ 1. Способен разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья	+	
	ПК-3.В/ТЕ 3. Способен определять показатели функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Бирюков В. В. Гибридные транспортные средства : учебник / В. В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-7782-4491-7. — URL: https://e.lanbook.com/book/216176 (дата обращения: 24.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Бирюков В. В. Основы преобразования энергии в электротехнических системах : учебник / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 350 с. : ил., схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222684

2. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии : [учебник] / С. Н. Удалов. - Новосибирск, 2007. - 431 с., [6] л. цв. ил. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066636

Интернет-ресурсы

1. Электронный лектор [Электронный ресурс] : автоматизированная обучающая система. - Новосибирск : НГТУ, 2016-2017. - Режим доступа: http://el.nstu.ru./. - Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Штанг А. А. Моделирование тягового привода в Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Штанг, А. В. Мятеж, М. В. Ярославцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221609. - Загл. с экрана.

2. Обучающая система "Электронный лектор" : методические указания для преподавателей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Штанг, М. В. Ярославцев]. - Новосибирск, 2017. - 13, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235425

3. Щуров Н. И. Теория электрической тяги : Учебное пособие / Н. И. Щуров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 98 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000031434

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

3 Операционная система Microsoft Windows

6.3 Информационные технологии

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

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Используется для демонстрации теоретического материала на практических занятиях

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Используется для проведения практических занятий по моделированию гибридных энегетических установко в составе тягового электропривода