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
Накопители энергии в электротранспортном комплексе

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)	3
2	Всего часов	108
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.	4
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	4
11	Самостоятельная работа, час.	70
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
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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач

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 электротранспортном комплексе и на электротранспортных средствах	Практические занятия; Самостоятельная работа
различные варианты схемных решений электротранспортных средств, включающих накопительные устройства	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-2.В/ПР. 2 Способен анализировать и синтезировать объекты профессиональной деятельности	
принципы работы и основные характеристики наиболее распространенных типов накопителей энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа
рассчитывать электромагнитные процессы в электрических приводах с накопителями энергии и электротранспортные комплексы, оснащенные устройствами для накопления энергии	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ТЕ. 1 Способен разрабатывать мероприятия по эффективному использованию энергии и сырья	
проводить расчеты энергоемкости накопителя энергии с целью реализации режима автономного хода; проводить оптимизацию массогабаритных показателей блоков накопителей	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ТЕ. 3 Способен определять показатели функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	
проводить расчеты буферного накопительного устройства, позволяющего снизить пики электропотребления или аккумулировать энергию электрического торможения	Практические занятия; Самостоятельная работа
проводить и обосновывать выбор типа накопителя энергии при проектировании его для различных видов электротранспортных средств	Практические занятия; Самостоятельная работа

УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач	
методы оценки энергоемкости накопительных устройств	Практические занятия; Самостоятельная работа
об истории развития различных видов накопителей энергии и применении их в различных областях техники; о перспективах развития различных типов накопителей энергии	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 применения накопителей энергии в различных областях техники и на транспортных средствах.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Цели и задачи курса; этапы исторического развития различных видов накопителей энергии и применения в разных областях техники, субподсистеме электротранспортного комплекса и на транспортных средствах.
2. Тема 1.2 Современные мировые тенденции использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов.	2	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Современное состояние вопроса использования накопительных устройств в электротранспортных средствах. Перспективы применения различных типов накопительных элементов в электротранспортном комплексе и на транспортных средствах.Технологии интеллектуальных сетей.
Дидактическая единица: Общие вопросы применения накопителей энергии					
3. Тема 2.1 Методы определения энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства.	2	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 2	Расчет энергоемкости накопительного устройства в зависимости от типа и вида транспортного средства.
4. Тема 2.2 Задачи, выполняемые накопителем энергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе (ЭПС)	2	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	автономный ход; режим частичного подзаряда при движении по маршруту; аккумулирование энергии электрических торможений; применение НЭ для собственных нужд

5. Тема 2.3 Применение накопителей энергии в системах тягвого электроснабжения; решаемые основные задачи.	2	0	1	ПК-2.В/ПР.2 ,УК-1.3	Снижение пиков потребления в тяговых сетях. Возможные варианты размещения НЭ в системах тягового электроснабжения (тяговая подстанция; межфидерная зона; остановочный пункт)
6. Тема 2.4 Синтез систем на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) и накопительных устройств	2	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.3	Схемотехнические решения применения ВИЭ и НЭ в электротранспортных комплексах, аналоги применения в различных областях техники. Преимущества и ограничения.
Дидактическая единица: Электрохимические накопители энергии					
7. Тема 3.1 Электрохимические накопители энергии.	2	0	2	ПК-2.В/ПР.2 ,УК-1.3	Преимущества и недостатки. Внешние характеристики (электрохимические накопители энергии) ЭХНЭ. Сравнение ЭХНЭ различных типов: свинцовые; щелочные; литиевые и прочие. Разработки в области новых типов ЭХНЭ.
8. Тема 3.2 Особенности применения ЭХНЭ в системах тягового электроснабжения и приводах электротранспортных средств. Схемные решения.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 2,ПК-3.В/ТЕ .3	Знакомство с принципами выбора схемных решений установок, использующих НЭ.
Дидактическая единица: Электромеханические накопители энерги					
9. Тема 4.1 Сравнение электромеханических накопителей энергии (ЭМНЭ) с другими типами накопителей.	1	0	0	ПК-2.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ТЕ. 3	Эксплуатационные особенности данного типа накопителей энергии. Внешние характеристики ЭМНЭ.
10. Тема 4.2 Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.	1	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 2	Примеры использования и различные схемные решения ЭМНЭ в транспортных системах.
Дидактическая единица: Емкостные накопители энергии					
11. Тема 5.1 Емкостные накопители энергии.	1	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 2	Основные характеристики и примеры использования.
12. Тема 5.2 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,УК-1.3	Сравнение ЕНЭ с другими типами накопителей энергии. Характеристики ЕНЭ. Примеры применения данного вида накопителей на ЭПС.

Дидактическая единица: Накопители энергии: пневматические; индуктивные; сверхпроводящие; гибридные виды					
13. Тема 6.1 Пневмо- и гидроаккумуляторы	1	0	0	ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.
14. Тема 6.2 Индуктивные и сверхпроводящие	1	0	0	ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3	Область применения. Основные характеристики. Преимущества и недостатки. Примеры применения, в том числе и в электротранспортных комплексах.
15. Тема 6.3 Гибридные виды накопительных устройств.	1	0	0	ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3,УК-1.3	Области применения, схемные решения, распределение энергии между составляющими частями ГНЭ.
Дидактическая единица: Расчет накопителей энергии в субподсистемах электротранспортных комплексов.					
16. Тема 7.1 Основные классификационные требования для выбора накопителя энергии при его проектировании в электротранспортном комплексе.	2	0	2	ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3,УК-1.3	1. Выбор типа ЭПС и режимы его работы. 2. Определение подсистемы электротранспортного комплекса (ЭТК) установка накопительного блока (система тягового электроснабжения / электроподвижной состав ЭПС). 3. Выбор типа накопителя энергии.
17. Тема 7.2 Алгоритм выбора НЭ 7.2.1 Расчет основных параметров накопителя энергии в системе электроснабжения; 7.2.2 Расчет основных параметров НЭ для применения на ЭПС.	2	2	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3,УК-1.3	Расчет основных параметров накопительного устройства: а) для автономного ЭТС; б) для аккумулирования энергии рекуперации; в) для сглаживания пиков в системе тягового электроснабжения
18. Тема 7.3 Тягово-энергетический расчет ЭПС.	2	2	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,ПК-3.В/ТЕ.3,УК-1.3	Баланс энергопотребления при движении ЭПС. Расчет энергопотребления в различных режимах движения: тяга; торможение.
19. Тема 7.4 Проектирование электрической схемы системы тягового электроснабжения или транспортного средства, оснащенного накопителями энергии.	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2	Анализ и 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 применения накопителей энергии					
1. Самостоятельное изучение различных видов и типов накопителей энергии	16	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-2.В/ПР. 2	Детальный анализ различных НЭ: характеристики; режимы работы; ограничения; опыт применения в ЭТК.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Тема 7.2 Алгоритм выбора НЭ 7.2.1 Расчет основных параметров накопителя энергии в системе электроснабжения; 7.2.2 Расчет основных параметров НЭ для применения на ЭПС.	Пр	Выполняет следующие виды работ: проводят расчеты параметров накопителея энергии
2	Тема 7.3 Тягово-энергетический расчет ЭПС.	Пр	Выполняет следующие виды работ: проводят тягово-энергетические расчеты

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-3.В/ТЕ.1,ПК-3.В/ТЕ.3	45	2
Выполнение РГЗ: 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 аттестации	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2,УК-1.3	9	2
Подготовка к зачету: повторение теоретического материала: 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	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.2,ПК-2.В/ПР.2	16	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : 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.				

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; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail:stang@corp.nstu.ru; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ; 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: Практика, модуль 1	5	10
Практические занятия: Практика, модуль 2	5	10
Практические занятия: Практика, модуль 3	5	10
Практические занятия: Практика, модуль 4	5	10
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-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	+	+
УК-1	УК-1 3. Формирует возможные варианты решения задач		+

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

5. Литература

Основная 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

Дополнительная литература

1. 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

Интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система НГТУ [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. – [Россия], 2011. – Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/. – Загл. с экрана.

2. eLIBRARY.RU (Научная электронная библиотека РФФИ) [Электронный ресурс]. – [Россия], 1998. – Режим доступа: http://(www.elibrary.ru). – Загл. с экрана.

3. 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

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Операционная система Microsoft Windows

3 Пакет для моделирования энергетических систем MathWorks MATLAB SimPowerSystem

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)	Для демонстрации теоретических материалов в ходе занятий

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Для практических занятий по расчету параметров накопителей энергии