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
Электромобили и зарядная инфраструктура

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электротранспортные комплексы и системы

Курс: 4, семестр : 8

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**8**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	34
4	Лекции, час.	10
5	Практические занятия, час.	10
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	из них практической подготовки, час.	3
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	12
11	Самостоятельная работа, час.	74
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): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №144 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 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 участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
	ПК-1.В/ПР. 1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений
	ПК-1.В/ПР. 2 Обосновывает выбор целесообразного решения

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. 1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	
Принципы устройства и функционирования современных электромобилей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
Навыками технико-экономического обоснования проектов в области электромобильности	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-1.В/ПР. 2 Обосновывает выбор целесообразного решения	
Выполнять инженерные расчеты параметров аккумуляторных систем и электрических нагрузок	Практические занятия; Самостоятельная работа
Методикой комплексного проектирования объектов зарядной инфраструктуры	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Электромобили					
1. Введение в электромобильность: архитектура и классификация	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1	История и мировые тренды рынка. Классификация транспортных средств (BEV, PHEV, FCEV, HEV). Базовая архитектура электромобиля: тяговый электродвигатель, инвертор, бортовое зарядное устройство (OBC), высоковольтная батарея и система управления батареей (BMS).

2. Тяговые аккумуляторные батареи и системы управления ими (BMS)	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1	Химические составы ячеек (NMC, LFP, твердотельные батареи). Характеристики заряда и разряда, кривые напряжения. Понятия SoC, SoH, SoF. Проблемы деградации, балансировка ячеек и вопросы термобезопасности.
Дидактическая единица: Зарядная инфраструктура					
3. Зарядная инфраструктура: оборудование, стандарты и протоколы	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	Уровни и режимы зарядки (AC Mode 2-3, DC Mode 4). Глобальные стандарты разъемов (Type 2, CCS, CHAdeMO, GB/T, NACS). Аппаратная архитектура зарядных станций. Протоколы связи: OCPP 1.6/2.0.1, ISO 15118 (Plug & Charge).
4. Влияние электромобилей на электросеть и концепции Smart Charging	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	Проблемы пиковых нагрузок при массовой зарядке. Концепции V1G (управляемая зарядка), V2G (Vehicle-to-Grid), V2H/V2B. Интеграция зарядной инфраструктуры с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) и накопителями энергии (БНЭ).
Дидактическая единица: Экономика электромобильности					
5. Экономика, экология и перспективы развития отрасли	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	Расчет совокупной стоимости владения (TCO) для электромобиля и ДВС. Анализ жизненного цикла (LCA) и углеродного следа. Тренды развития технологий (ультрабыстрая зарядка, беспроводная зарядка) и нормативно-правовое регулирование.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Электромобили					

1. Сравнительный анализ архитектур и расчет эксплуатационной эффективности электромобилей	2	0	2	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	Студенты получают характеристики 2–3 реальных электромобилей. Необходимо рассчитать реальное энергопотребление (кВт·ч/100 км) с учетом массы, аэродинамики и температуры.
2. Расчет параметров тяговой аккумуляторной батареи	2	0	2	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	По заданным тактико-техническим требованиям (масса автомобиля, целевой запас хода, типичный профиль движения) студенты рассчитывают необходимую емкость батареи, выбирают тип ячеек и разрабатывают схему их соединения (количество последовательных и параллельных ветвей) для формирования батарейного блока с заданным номинальным напряжением.
Дидактическая единица: Зарядная инфраструктура					
3. Концептуальное проектирование зарядной станции для заданного объекта	2	1	2	ПК-1.В/ПР.2	Студенты получают вводные данные (например, "офисный парк на 50 машиномест" или "муниципальный автопарк"). Они должны: 1) выбрать типы и количество зарядных устройств; 2) рассчитать суммарную присоединенную мощность; 3) обосновать выбор стандартов разъемов (с учетом парка автомобилей); 4) выбрать протокол управления (например, OCPP 1.6J/2.0.1).

4. Оценка влияния на сеть и разработка сценария Smart Charging	2	2	0	ПК-1.В/ПР.2	Студентам дается суточный график нагрузки здания и график прибытия/отбытия 10 электромобилей. Они рассчитывают новую пиковую мощность при одновременной зарядке и разрабатывают простой алгоритм сглаживания пиков (очередность или ограничение мощности), чтобы не превысить лимит выделенной мощности.
Дидактическая единица: Экономика электромобильности					
6. Технико-экономические расчеты для зарядной инфраструктуры	2	0	1	ПК-1.В/ПР.1	Расчеты сроков окупаемости коммерческих зарядных станций в зависимости от места размещения и загруженности станции

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 8					
Дидактическая единица: Электромобили					
1. Аналитический обзор нормативно-технической базы	12	0	0	ПК-1.В/ПР.1	Сравнение требований ГОСТ Р МЭК 61851-1 (Общие требования) и ГОСТ Р 58862 (Системы токопроводящей зарядки) в части защитных мер (УЗО, заземление, аварийная остановка). Протоколы связи: Сравнительный анализ ключевых отличий OCPP 1.6J и OCPP 2.0.1 (технологии Smart Charging, Plug & Charge). Разъемы: Техническое сравнение физических и электрических ограничений разъемов Type 2, CCS Combo 2 и GB/T.
2. Технология V2G (Vehicle-to-Grid)	5	0	0	ПК-1.В/ПР.1	Технические требования к инвертору электромобиля и зарядной станции, причины медленного внедрения
Дидактическая единица: Зарядная инфраструктура					

3. Региональная специфика и ее влияние на зарядную инфраструктуру	10	0	0	ПК-1.В/ПР.1 ,ПК-1.В/ПР. 2	Адаптация зарядной инфраструктуры для условий низких температур (подогрев батареи, дерейтинг мощности, выбор кабелей)
Дидактическая единица: Экономика электромобильности					
4. Экономика и эксплуатация	10	0	0	ПК-1.В/ПР.1	Сравнение моделей владения зарядной инфраструктурой: собственная установка, франшиза или сервис по подписке

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Концептуальное проектирование зарядной станции для заданного объекта	Пр	Выполняет следующие виды работ: выбор силовых преобразователей, аппаратов защиты и управления
2	Оценка влияния на сеть и разработка сценария Smart Charging	Пр	Выполняет следующие виды работ: анализ электрических нагрузок на систему электроснабжения

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/ПР.1,ПК-1.В/ПР.2	25	10
Выполнение заданий РГЗ, оформление работы: Бирюков В. В. Автономные электротранспортные средства [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215001.- Загл. с экрана Рег. свидетельство № 23278.				
2	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/ПР.1,ПК-1.В/ПР.2	12	2
Посторение теоретического материала: Бирюков В. В. Автономные электротранспортные средства [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215001.- Загл. с экрана Рег. свидетельство № 23278.				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.1,ПК-1.В/ПР.2	37	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Бирюков В. В. Автономные электротранспортные средства [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215001.- Загл. с экрана Рег. свидетельство № 23278.				

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	Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; 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: 8		
Практические занятия:	15	30
РГЗ/Реферат:	25	50
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 1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	+	+
	ПК-1.В/ПР 2. Обосновывает выбор целесообразного решения	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Смирнов, Ю. А. Электромобиль: инфраструктура и электротехнические компоненты : учебное пособие для вузов / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 476 с. — ISBN 978-5-507-49147-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/413726 (дата обращения: 05.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бирюков В. В. Источники вторичного электропитания транспортных средств : учебник / В. В. Бирюков.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 274, [1] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=226833

3. Бирюков В. В. Автономные виды электрического транспорта. Теория и практика : [учебное пособие] / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.- 73, [4] с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000244318

Дополнительная литература

1. Источники и накопители электрической энергии на транспорте : монография / Н. И. Щуров, В. В. Бирюков, С. В. Мятеж [и др.] ; под ред. В. В. Бирюкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 161 с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=226145

2. Штанг А. А. Повышение эффективности электротранспортных систем с использованием накопительной энергии : монография / А. А. Штанг, В. В. Бирюков.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.- 258 с. : ил., табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=226665.- Парал. англ.: тит. л., огл., библиогр.

Интернет-ресурсы

1. ГОСТ Р 50571.7.722-2017/МЭК 60364-7-722:2015. Группа Е71. Электроустановки низковольтные. Часть 7-722. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Источники питания для электромобилей : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2017 г. N 1388-ст : введен впервые : дата введения 2019-01-01 / подготовлен МИЭЭ и ВНИИНМАШ / Информационная компания «Кодекс». – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200156989 (дата обращения: 12.10.2026). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Бирюков В. В. Автономные электротранспортные средства [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. В. Бирюков ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2017].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215001.- Загл. с экрана Рег. свидетельство № 23278.

6.2 Специализированное программное обеспечение

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется

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

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Показ презентаций лекций и практических занятий

2	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение расчетов на практических занятиях