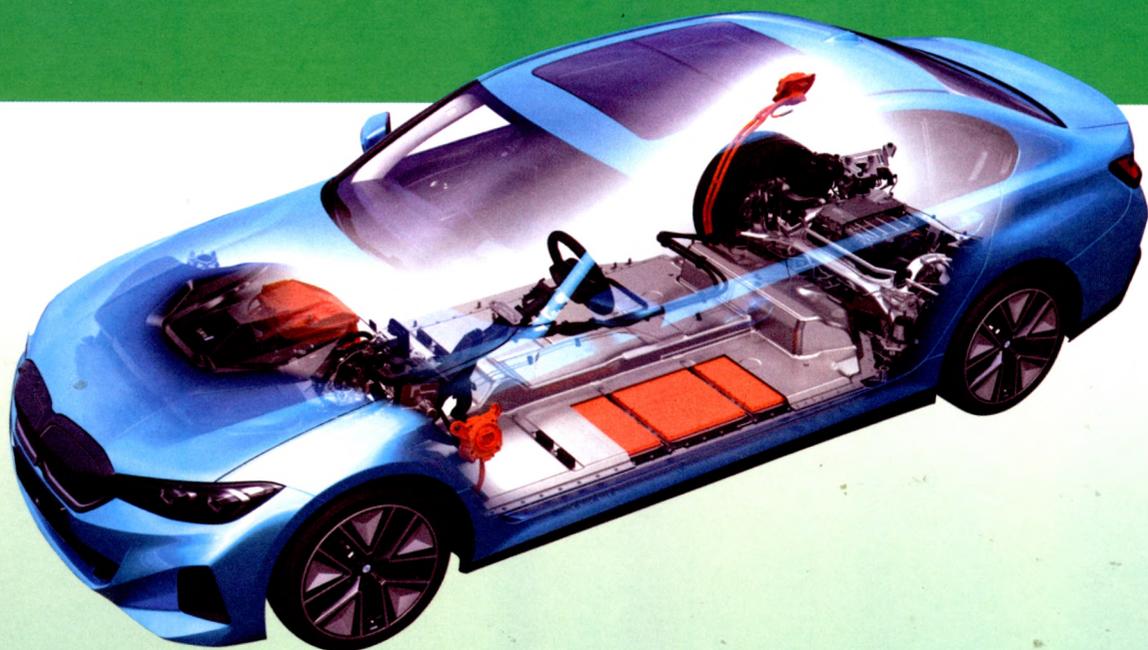


-500168-

Е.Л. Савич В.В. Капустин
А.С. Гурский

АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ



Е.Л. Савич В.В. Капустин
А.С. Гурский

АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальности
«Эксплуатация наземных транспортных
и технологических машин и комплексов»



Минск
«Вышэйшая школа»
2023

УДК 629.33.064.5(075.8)

ББК 39.33я73

С13

Рецензенты: кафедра «Технологии и организация технического сервиса» УО «Белорусский государственный аграрно-технический университет» (доцент кафедры кандидат технических наук *А.С. Сай*); заместитель генерального директора по высокоавтоматизированному электротранспорту ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси» *А.В. Белевич*

Савич, Е. Л.

С13 Автотранспортные средства с электродвигателем: учебное пособие / Е. Л. Савич, В. В. Капустин, А. С. Гурский. – Минск : Вышэйшая школа, 2023. – 256 с. : ил.
ISBN 978-985-06-3539-6.

Приведены история развития и особенности конструкций электромобилей, гибридных автомобилей и электробусов различных стран и производителей. Подробно описываются источники электроэнергии – суперконденсаторы, высоковольтные и низковольтные аккумуляторные батареи, электродвигатели, электронные системы управления, процессы зарядки и зарядные станции. Анализируются конструкции кузовов электромобилей и утилизация электротранспортных средств. Изложены требования по безопасности и охране техники безопасности при эксплуатации электротранспортных средств.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности «Эксплуатация наземных транспортных и технологических машин и комплексов». Может быть полезно слушателям курсов повышения квалификации оценщиков и экспертов транспортных средств, а также учащимся в системе среднего специального и профессионального обучения по техническому обслуживанию и ремонту транспортных средств, специалистам организаций автосервиса.

УДК 629.33.064.5(075.8)

ББК 39.33я73

Учебное издание

Савич Евгений Леонидович
Капустин Владимир Владимирович
Гурский Александр Станиславович

АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Учебное пособие

Редактор *И.В. Тургель*. Художественный редактор *С.Д. Чирков*. Компьютерная верстка *Ю.Н. Трусович*.

Корректоры *И.В. Тургель, Т.К. Хваль, О.И. Голденкова*.

Подписано в печать 12.09.2023. Формат 70×100/16. Бумага офсетная. Офсетная печать.

Усл. печ. л. 20,8. Уч.-изд. л. 19,8. Доп. тираж 200 экз. Заказ 3295.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.

Пр. Победителей, 11, 220004, Минск. e-mail: market@vshph.com http://vshph.com

Открытое акционерное общество «Типография “Победа”». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/38 от 29.01.2014. Ул. Тавлая, 11, 222310, Молодечно.

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-06-3539-6

© Савич Е.Л., Капустин В.В., Гурский А.С., 2023

© Оформление. УП «Издательство “Вышэйшая школа”», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	3
Предисловие	5
1. ИСТОРИЯ И ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА	6
1.1. История развития электротранспорта	6
1.2. Особенности, история и прогнозы развития электротранспорта в Республике Беларусь	9
1.3. Перспективы развития электромобилей	13
2. ТИПЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО	16
2.1. Типы электромобилей	16
2.2. Общее устройство электромобиля	16
3. ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	19
3.1. Аккумуляторная батарея	19
3.1.1. Аккумуляторные батареи сети низкого напряжения	19
3.1.2. Тяговые аккумуляторные батареи для электродвигателя	23
3.1.3. Система управления АКБ	49
3.1.4. Суперконденсаторы	53
3.1.5. Термины по АКБ	58
4. ЗАРЯДКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	61
4.1. Виды зарядных станций	61
4.2. Виды разъемов и режимы зарядки	69
4.2.1. Виды разъемов	69
4.2.2. Режимы зарядки	70
4.3. Кабели для зарядки легкового автомобиля	73
4.4. Технология зарядки легкового автомобиля	76
4.5. Особенности зарядных станций электробусов	81
4.6. Станции замены батарей и индуктивные зарядные устройства	84
5. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ	87
5.1. Электродвигатели электромобилей и электробусов	87
5.1.1. Общее устройство и принцип работы	87
5.1.2. Синхронные электродвигатели	89
5.1.3. Асинхронные электродвигатели	100
5.2. Электродвигатель гибридного автомобиля	108
6. ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ И НИЗКОВОЛЬТНАЯ СЕТИ	109
6.1. Общие положения	109
6.2. Инвертор	112
6.3. DC/DC преобразователь	121

6.4. Высоковольтные контакторы	124
6.5. Предохранители	126
7. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕМ	128
7.1. Общая компоновка электронной системы управления	128
7.2. Системы передачи данных	130
7.3. Дистанционные системы контроля электротранспорта	147
8. СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	152
8.1. Общие положения	152
8.2. Охлаждение тяговых АКБ	154
8.3. Контуры системы охлаждения	156
8.4. Предварительное кондиционирование электромобиля	161
8.5. Охлаждение электродвигателя	161
8.6. Система терморегулирования суперконденсатора электробуса	164
9. ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	166
9.1. Устройство тормозной системы	166
9.2. Принцип работы процесса торможения в электрообиле и гибридном автомобиле и рекуперация	173
9.3. Стояночная тормозная система электромобиля	178
10. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСМИССИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	186
11. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КУЗОВА И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ	189
11.1. Конструктивные особенности кузова	189
11.2. Особенности сборки и восстановления кузова, модулей, узлов и агрегатов электромобиля	193
12. ГИБРИДНЫЕ АВТОМОБИЛИ	194
12.1. Общие принципы и схемы реализации гибридных автомобилей	194
12.2. Гибридные автомобили, использующие повышенное напряжение (мягкий гибрид)	199
12.3. Схемы тягового электропривода колес карьерных автомобилей	204
12.4. Гибридные автомобили с водородно-кислородными топливными элементами и дизель-пневматическим приводом	208
12.4.1. Устройство и принцип работы гибридных автомобилей с водородно-кислородными топливными элементами	208
12.4.2. Эффективность применения водорода	211
12.4.3. Устройство и принцип работы гибридных автомобилей с дизель-пневматическим приводом	213

13. БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ	215
13.1. Безопасность электромобиля	215
13.1.1. Основные источники загрязнения окружающей среды электротранспортом	215
13.1.2. Сравнительные оценки электромобиля и ТС с ДВС	217
13.1.3. Безопасность конструкции электромобиля и аккумуляторов	221
13.1.4. Гипотезы и факты электромагнитного облучения	226
13.1.5. Характеристики электропривода и ДВС транспортного средства и условий безопасности электромобиля	229
13.2. Техника безопасности при работе с электротранспортными средствами	231
13.2.1. Меры безопасности при эвакуации и ДТП электромобиля	231
13.2.2. Техника безопасности при проведении диагностирования, ТО и ремонта электромобилей	235
14. ПРОГРАММНОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ТРАНСПОРТНЫМ И ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ	241
14.1. Релиз новой версии «Объединенный программный комплекс плюс»	241
14.2. Учебные пособия, информационное и методическое обеспечение	243
15. УТИЛИЗАЦИЯ, ПЕРЕРАБОТКА И ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	247
Литература	253