

АВТОРЕФЕРАТЫ ДИССЕРТАЦИЙ

*Selected abstracts of Ph.D. theses submitted
at Russian transport universities*

*Текст на английском языке, публикуется
во второй части данного выпуска.*

*The text in English is published in the second
part of the issue.*

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-6-14>

Глызин И. И. Повышение энергоэффективности тяговых электроприводов со статическими преобразователями электроэнергии и асинхронными тяговыми двигателями / Автореф. дис... канд. техн наук. – М.: РУТ, 2022. – 18 с.

Российские железные дороги являются второй по величине транспортной системой мира. Протяжённость электрифицированных железных дорог в России составляет более 43 тыс. км. «Программой электрификации участков железных дорог сети ОАО «РЖД» на период до 2050 г.» предусмотрена электрификация участков железных дорог переменным током, а также перевод с постоянного на переменный ток нескольких участков железных дорог, что обуславливает востребованность электрического подвижного состава (ЭПС) переменного тока на сети железных дорог.

Одним из приоритетных направлений развития ЭПС является повышение энергетической эффективности и, как следствие, уменьшение стоимости жизненного цикла ЭПС.

На ЭПС переменного тока преобразование электрической энергии, поступающей из контактной сети к тяговым двигателям, осуществляется преобразовательной системой, состоящей из тягового трансформатора и вентильного преобразователя. Преобразовательная система серийно выпускаемых электропоездов переменного тока состоит из тягового трансформатора и выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП).

Тяговый электропривод современного электропоезда переменного тока состоит из преобразовательной системы, в состав которой входят тяговый трансформатор, полупро-

водниковый преобразователь электроэнергии и асинхронные тяговые двигатели. При этом наиболее важной задачей является создание способов и алгоритмов управления, обеспечивающих требуемые тягово-энергетические показатели и электромагнитную совместимость электропоезда с инфраструктурой в условиях изменяющихся параметров системы тягового электроснабжения.

Целью работы являлось повышение энергетической эффективности электропоездов переменного тока со статическими тяговыми преобразователями, оснащёнными усовершенствованной системой управления.

Для достижения поставленной цели в работе решался ряд задач:

- выполнен анализ существующих систем управления входными преобразователями электроподвижного состава переменного тока и структуры электрической части тягового электропривода с асинхронными тяговыми двигателями;
 - разработан способ компенсации реактивной мощности при реализации опережающего фазового сдвига входного тока относительно напряжения на токоприёмнике электропоезда с четырёхквadrантным преобразователем;
 - разработана комплексная компьютерная модель системы для работы на одной фидерной зоне двух электропоездов переменного тока с различными преобразовательными системами;
 - выбран эффективный метод управления четырёхквadrантным преобразователем в режиме компенсации реактивной мощности.
- Элементы научной новизны включали:
- адаптированную к изменяющимся параметрам тяговой сети систему автоматизированного управления тяговым преобразователем;
 - комплексную математическую модель системы «тяговая сеть–электропоезд переменного тока с четырёхквadrантным (4q-S) преобразователем»;
 - технические требования к электропоездам переменного тока новых поколений.

Для решения задач использованы следующие методы исследования: численные и аналитические методы решения дифференциальных уравнений; методы анализа и расчёта полупроводниковых преобразователей электрической энергии; методы математического моделирования сложных электротехнических систем; методы экспериментального опреде-

ления параметров и характеристик электро-технических комплексов.

Степень достоверности и апробация полученных результатов диссертационной работы обоснована теоретически и подтверждается удовлетворительным совпадением полученных в работе результатов с данными экспериментальных исследований, полученных при испытаниях грузовых электровозов на экспериментальном кольце ИЦ «ВНИИЖТ» (г. Щербинка), а также с результатами других исследователей, работающих в этом направлении

В результате проведённого диссертационного исследования на основании анализа электромагнитных процессов в системе «тяговая сеть – электровоз» предложен алгоритм управления четырёхквadrантным преобразователем электровоза, работающего в режиме тяги.

Установлено, что при нахождении на одной фидерной зоне работающего в тяговом режиме электровоза с выпрямительно-инверторным преобразователем и электровоза с четырёхквadrантным преобразователем возможно реализовать поддержание на требуемом уровне напряжения на фидерной зоне за счёт перевода электровоза с четырёхквadrантным преобразователем в режим генерирования реактивной энергии в контактную сеть. Для этого предложена разработанная в диссертации адаптированная к изменяющимся параметрам тяговой сети система автоматизированного управления четырёхквadrантным преобразователем.

При анализе отечественных и зарубежных источников информации по вопросам взаимодействия электроподвижного состава переменного тока и тяговой сети сформулированы задачи и предложены концепции повышения энергетической эффективности электротехнической системы «тяговая сеть – электровоз».

Перспективы дальнейшего развития темы могут включать исследования вопросов:

- возможности совершенствования предложенных алгоритмов управления четырёхквadrантным преобразователем по сигналам от датчиков напряжения контактной сети, установленных на эксплуатируемых электровозах переменного тока;
- чувствительности системы управления четырёхквadrантного преобразователя к броскам сетевого тока и напряжения в кон-

тактной сети при аварийных режимах работы системы тягового электроснабжения;

- возможности совершенствования системы в части автоматического управления четырёхквadrантными преобразователями нескольких электровозов при их параллельной работе на одной фидерной зоне.

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Работа выполнена и защищена в Российском университете транспорта.

Каплин В. Н. Текущее содержание пути в зоне рельсовых стыков на особо грузонапряжённых линиях с применением упругих подшпальных прокладок / Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ (МИИТ), 2022. – 24 с.

Теоретически и экспериментально обоснована целесообразность выправки пути в зоне рельсовых стыков укладкой упругих подшпальных прокладок на слежавшуюся постель железобетонных шпал. Эффективность данного технического решения подтверждена эксплуатационными наблюдениями за период пропуска по опытному участку более 800 млн тонн.

Применение упругих подшпальных прокладок в стыках уравнительных пролётов бесстыкового пути позволяет повысить скорость пропуска поездов при возникновении сверхнормативного увеличения зазора в зимнее время в течение суток и в целом увеличить пропускную способность на особогрузонапряжённых линиях.

Целью диссертационной работы являлось определение эффективности применения различных видов подшпальных прокладок, укладываемых под подошву шпал при выправке просядок в стыковой зоне в рамках текущего содержания, на основании анализа результатов измерений накопленных деформаций пути с учётом характеристик трудозатрат и показателей стабильности пути.

Задачи исследования включали:

- теоретические и экспериментальные исследования для решения проблем эксплуатации стыков пути на железобетонных шпалах;
- технические решения по повышению стабильности пути в зоне стыков.

Объектом исследования являлся железнодорожный путь в зоне рельсовых стыков.



Предметом исследования являлось применение подшпальных прокладок в процессе обслуживания железнодорожного пути в стыковой зоне для повышения его стабильности.

В результате проведённых исследований предложены решения по снижению деформаций в стыковой зоне пути на железобетонных шпалах за счёт укладки упругих прокладок под подошву шпал при выправке просядков до 14 мм при текущем содержании пути.

Обоснована возможность применения упругих подшпальных прокладок в стыках на железобетонных шпалах для повышения скорости пропуска поездов по зазору в стыке до 32 мм с 25 км/ч до 40 км/ч.

Разработан график распределения работ при выправке просядков в стыках на железобетонных шпалах с укладкой упругих прокладок.

Подтверждена возможность применения упругих подшпальных прокладок для устройства переходных по жёсткости участков от безбалластного пути к типовой конструкции.

Доказаны возможности: применения упругих подшпальных прокладок для выправки просядков в стыках на железобетонных шпалах на особогрузонапряжённых линиях; пропуска более 800 млн тонн без дополнительной выправки после укладки упругих подшпальных прокладок для устранения просядков глубиной до 14 мм; стабильность геометрических и жёсткостных характеристик упругих подшпальных прокладок после пропуска тоннажа 800 млн тонн и более.

Обоснован выбор жёсткостных характеристик упругих подшпальных прокладок с точки зрения накопления остаточных деформаций – 40,29 кН/мм.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что при использовании упругих прокладок в стыковой зоне вертикальные силы, возникающие при взаимодействии пути и подвижного состава по сравнению с типовой конструкцией пути, снижаются в 1,3 раза, а ускорения на принимающих шпалах стыка – в 2,9 раза по средним значениям и в 2,65 раза по максимальным значениям.

Применение упругих подшпальных прокладок позволяет повысить скорость пропуска поездов по стыку с зазором до 32 мм с 25 км/час до 40 км/час.

Перспективой исследований приведённых в диссертационной работе является оценка

возможности дальнейшего повышения скорости пропуска поездов в зависимости от конструкции стыка и определение рациональных сфер применения разработанной конструкции стыка в разных условиях эксплуатации.

2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Работа выполнена и защищена в Российском университете транспорта.

Соколов Д. А. Совершенствование методики расчёта и выбора устройств компенсации реактивной мощности в системе тягового электроснабжения / Автореф. дис... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – 16 с.

В связи с нарастающей необходимостью более широкого применения энергосберегающих технологий, а также с ростом тарифов на электроэнергию, проблема повышения энергетической эффективности на железнодорожном транспорте в течение последних лет встаёт всё более остро. Энергетическая стратегия ОАО «РЖД» содержит, в том числе, и вопросы энергосбережения в системе тягового электроснабжения.

Одним из способов повышения энергоэффективности в тяговом электроснабжении является ёмкостная компенсация реактивной мощности.

В настоящей работе рассматриваются компенсирующие устройства, устанавливаемые в тяговой сети переменного тока. Эти устройства довольно широко распространены на полигоне железных дорог нашей страны.

В системах тягового электроснабжения железных дорог переменного тока установлено довольно большое количество нерегулируемых устройств поперечной ёмкостной компенсации. При этом существующая методика выбора их мощности основывается, в первую очередь, на необходимости повышения уровня напряжения и обеспечения требуемой пропускной способности.

Работа была направлена на совершенствование существующей методики выбора компенсирующих устройств и предполагает учёт потерь мощности в тяговой сети непосредственно при выборе мощности компенсирующих устройств, основываясь на ана-

лизе графика движения поездов, наряду с поддержанием необходимого уровня напряжения на токоприёмнике подвижного состава.

Объектом исследования являлись устройства поперечной ёмкостной компенсации, устанавливаемые в системе тягового электроснабжения переменного тока.

Предметом исследования являлась методика выбора и расчёта устройств поперечной ёмкостной компенсации реактивной мощности.

Целью исследования являлось совершенствование методики выбора типа и мощности устройств поперечной ёмкостной компенсации.

В исследовании проведён анализ влияния мест размещения и параметров компенсирующих устройств на уровень потерь мощности в тяговой сети.

Рассмотрены методы расчёта параметров системы тягового электроснабжения с использованием теории вероятностей и математической статистики.

Разработана усовершенствованная методика выбора и расчёта устройств поперечной компенсации реактивной мощности, предполагающая статистическую обработку графика движения поездов и учёт потерь мощности в тяговой сети.

Создан программный комплекс для расчёта системы тягового электроснабжения переменного тока, учитывающий сопротивление энергосистемы, контактная сеть в котором представлена в виде линии с распределёнными параметрами.

Выполнена верификация предложенной программы путём сравнения результатов с расчётами в комплексе КОРТЭС, физическим моделированием и данными автоматизированной информационно-измерительной системы АИИСКУЭ, испытаниями на физической модели конкретного участка железной дороги.

В разработанном комплексе на основе проведённого вероятностного анализа графика движения поездов произведены расчёты параметров системы тягового электроснабжения при установке на посту секционирования компенсирующих устройств различных типов и мощности.

По утверждённым в ОАО «РЖД» методикам выбора и расчёта компенсирующих устройств в системах тягового электроснаб-

жения определена расчётная мощность устанавливаемого на посту секционирования компенсирующего устройства – 13,37 Мвар. При этом суммарная среднесуточная реактивная мощность, расходуемая на тягу поездов на рассматриваемой межподстанционной зоне, составляет 6,4 Мвар, в связи с чем мощность компенсирующего устройства должна быть выбрана по последнему значению. Однако для рассматриваемой системы максимально возможная мощность компенсирующего устройства по условию ограничения уровня напряжения до 29 кВ составляет лишь 2,3 Мвар, значение которой и выбрано для моделирования.

Несмотря на то, что по условию максимального допустимого напряжения выбранная мощность нерегулируемого компенсирующего устройства оказалась в 5,9 раза меньше требуемой для повышения минимального трёхминутного напряжения, процесс моделирования показал рост указанной величины с 18,53 до 20,6 кВ, что лишь на 2 % ниже допустимого. При этом потери мощности в тяговой сети практически не изменились.

Также рассмотрен случай установки двухступенчатого компенсирующего устройства, мощность первой ступени которого вдвое меньше, чем статистически наиболее вероятная мощность, потребляемая нагрузкой. Мощность дополнительной ступени, используемой в случае недопустимого снижения напряжения, подобрана по условию повышения минимального мгновенного уровня напряжения до 21 кВ. В данном случае потери мощности в тяговой сети уменьшаются на 26 %.

В случае применения трёхступенчатого устройства мощность ступеней которого выбрана вдвое меньшей средней реактивной мощности, потребляемой одним, двумя и тремя поездами соответственно, уровень напряжения в контактной сети не опускается ниже 22,6 кВ, а потери мощности в тяговой сети снижаются на 28 %.

Опыт эксплуатации компенсирующих устройств с плавным регулированием показывает, что их применение при условии поддержания напряжения на уровне 25 кВ позволяет снизить потери мощности вдвое.

Оценка уровня потерь электроэнергии в тяговой сети при применении различных типов компенсирующих устройств в соотно-



шении с их стоимостью показала, что наиболее выгодным с точки зрения снижения потерь является двухступенчатое компенсирующее устройство. При этом все они обеспечивают требуемый уровень напряжения на токоприёмнике электровоза на рассмотренном участке. Относительная стоимость компенсирующих устройств приведена в сравнении с самым дорогим из них – с плавным регулированием.

При условии соблюдения требований к минимальному допустимому уровню напряжения в контактной сети, в зависимости от графика движения и потребляемой реактивной мощности целесообразно выбирать одно- и многоступенчатые компенсирующие устройства для минимизации потерь электроэнергии. Учитывая современный уровень развития устройств автоматизации и коммутационного оборудования, установка нерегулируемых неотключаемых компенсирующих устройств не рекомендуется. Применение компенсирующих устройств с плавным регулированием должно быть обусловлено необходимостью значительного повышения пропускной способности на рассматриваемом участке.

В диссертационной работе показано, что потери мощности в тяговой сети при установке компенсирующих устройств, мощность которых выбрана по реактивной мощности, потребляемой поездами, не изменяются. Наибольший эффект от установки компенсирующих устройств с точки зрения снижения потерь в тяговой сети достигается при мощности компенсирующего устройства, составляющей 50 % от реактивной мощности, потребляемой электроподвижным составом.

Сформулирована усовершенствованная методика выбора и расчёта устройств поперечной компенсации реактивной мощности, подразумевающая выбор типа и мощности компенсирующих устройств на основе статистической обработки графика движения поездов с учётом потерь электроэнергии.

Разработан программный комплекс для расчёта параметров системы тягового электропитания переменного тока в MATLAB-Simulink. Его достоверность подтверждена низкой (не более 12 %) погрешностью при сравнении результатов расчётов с данными системы АИISKУЭ, расчётами в комплексе КОРТЭС и испытаниями на физической модели конкретного участка железной дороги,

а также тремя свидетельствами о регистрации программы для ЭВМ.

Доказана эффективность предложенной методики расчёта и выбора компенсирующих устройств при её апробации на модели конкретного участка железной дороги. Все рассмотренные устройства обеспечивают требуемый уровень напряжения в контактной сети, однако выбор их типа и мощности на основе статистической обработки графика движения поездов позволяет при этом снизить потери мощности в тяговой сети на 26 %.

05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Работа выполнена и защищена в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I.

Шапетько К. В. Влияние неровностей продольного профиля на деформативность пути, безопасность движения и расход энергии на тягу поездов/ Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: РУТ (МИИТ), 2022. – 24 с.

В современных условиях эксплуатации железных дорог под воздействием поездов повышенной массы и длины, состоящих в том числе из вагонов с повышенными осевыми нагрузками, деформации пути в продольном профиле происходят не только в элементах верхнего строения пути, но и за счёт неравномерных осадков земляного полотна, что способствует появлению длинных неровностей.

Исследования отечественных и зарубежных специалистов позволили определить влияние повышения осевых нагрузок на накопление расстройств пути. Однако процесс определения деформативности железнодорожного пути по параметрам неровностей в профиле изучен не в полном объёме из-за отсутствия инструментов и нормативов для определения их в реальном времени.

Актуальность работы является следствием необходимости развития исследований по определению параметров неровностей продольного профиля и последующего мониторинга состояния пути по изменению характеристик этих неровностей на участках тяжеловесного движения, в том числе на участках обращения вагонов с повышенными осевыми нагрузками, а также влияния этих неровностей на безопасность движения и расход энергии на тягу поездов.

Изученный автором опыт позволил реализовать способ получения параметров длинных неровностей для мониторинга железнодорожного пути по данным измерительных систем путеизмерителей с целью определения параметров длинных неровностей и деформативности пути, а также проведения расчётов и экспериментов по оценке влияния неровностей на безопасность движения и расход электроэнергии на тягу поездов.

Целью исследования являлось определение и мониторинг параметров длинных неровностей продольного профиля, наличие которых в пути оказывает существенное влияние на деформативность пути, безопасность движения и расход электроэнергии на тягу поездов.

Задачи исследования включали:

- разработку предложений по оценке деформативности пути на основе данных об изменении параметров длинных неровностей в продольном профиле;
- оценку влияния длинных неровностей на безопасность движения;
- оценку влияния длинных неровностей продольного профиля на расход энергии на тягу поездов.

Объектом исследования являлись участки железнодорожного пути с длинными неровностями продольного профиля, изменение параметров которых, может указывать на возможные (вероятные) места деформаций земляного полотна.

Предметом исследования являлись натурные неровности продольного профиля пути, полученные геодезическими методами от внешних по отношению к пути реперных систем, или аналогичные показатели, получаемые при числовой обработке данных с измерительных систем путеизмерителя. Это позволяло определять изменения параметров неровностей во времени с учётом пропущенного тоннажа, их влияние на расстройство пути вызванных деформативностью основания, безопасность движения и расход электроэнергии. Под «натурными» понимаются неровности, описывающие реальное положение пути в профиле в независимой системе координат и изменяющиеся при увеличении пропущенного тоннажа.

Результаты, полученные в ходе реализации, апробирования и верификации в исследовательских целях способа определения параметров неровностей продольного профиля, позволили доказать, что величины длин-

ных неровностей могут являться элементами оценки деформативности пути.

Предложены и внедрены показатели оценки деформативности пути в продольном профиле.

Полученные данные позволяют анализировать влияние длинных неровностей, вызванных деформативностью пути, на безопасность движения при сходах подвижного состава и дополнительный расход электроэнергии на тягу поездов.

Введено новое определение «длинная неровность» как отклонение положения пути равномерного уклона в продольном профиле, получаемое геодезическими методами от внешних реперов по отношению к пути или методом преобразования, представленным в работе.

Предложены показатели оценки деформативности пути на основе данных изменения параметров длинных неровностей в продольном профиле, включённые в актуализированную методику оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения надёжности, утверждённую распоряжением ОАО «РЖД» № 2706/р от 22.12.2017 г.

Разработана методика и расчётная модель мониторинга состояния пути по параметрам длинных неровностей продольного профиля, включённые в методику дополнительного мониторинга состояния пути по параметрам длинных неровностей продольного профиля, базирующуюся на соотношении длины, амплитуды и площадей неровностей, утверждённую распоряжением ОАО «РЖД» № 2191/р от 03.10.2019 г.

Изложены основные положения методики определения параметров длинных неровностей для их мониторинга в процессе эксплуатации.

Представлены систематизированные результаты мониторинга длинных неровностей в различных регионах сети.

Раскрыты зависимости изменения параметров длинных неровностей от пропущенного тоннажа.

Доказано влияние длинных неровностей продольного профиля на безопасность движения поездов.

Создана система практических рекомендаций в части мониторинга параметров состояния пути по данным, содержащим изменения характеристик длинных неровностей продольного профиля.



Определён экономический эффект от устранения длинных неровностей продольного профиля, оказывающих влияние на расход электроэнергии на тягу поездов, составляющий 157 тыс. рублей на 100 км пути с длинными неровностями при грузонапряжённости 100 млн т брутто в сутки.

Перспективой дальнейшей разработки темы является оценка связи параметров длинных неровностей с показателями динамики подвижного состава в широком диапазоне скоростей движения и очертаний профиля длинных неровностей с разработкой рекомен-

даций по использованию полученных результатов при подготовке распоряжения ОАО «РЖД» о допускаемых скоростях движения поездов по пути при наличии длинных неровностей.

2.9.2. Железнодорожный путь, изыскание и проектирование железных дорог.

Работа выполнена в Акционерном обществе «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), защищена в Российском университете транспорта.

НОВЫЕ КНИГИ О ТРАНСПОРТЕ

Список на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.

The list of titles in English is published in the second part of the issue.

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-6-15>

Вакуленко С. П., Куликова Е. Б., Левшукова М. Ю. Особенности обслуживания маломобильных пассажиров на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. – М.: РУТ (МИИТ), 2018. – 79 с. ISBN 978-5-902928-80-05.

Воронов А. А., Деленян Б. А., Загнитко С. Н., Смирнова Е. В. Логистика: Учебное пособие. – М.: Спутник+, 2022. – 238 с. ISBN 978-5-9973-6275-1.

Ершиков Н. В., Деняк О. А., Черепанов И. В. Логистика: словарь основных терминов. – Барнаул: Новый формат, 2022. – 95 с. ISBN 978-5-00202-097-3.

Жданов А. Г., Свечников А. А., Кожевников В. А. Основы триботехники наземных транспортно-технологических средств: Учебное пособие. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2022. – 160 с. ISBN 978-5-907479-08-1.

Зачёсов А. В., Бунташова С. В. Транспортная логистика и организация перевозок: Учебное пособие. – Новосибирск: СГУВТ, 2022. – 196 с. ISBN 978-5-8119-0925-4.

Капырина В. И., Неклюдов А. Н., Маньков В. А., Трошко И. В. Машины и роботы для погрузочно-разгрузочных работ: Учебник. – М.: УМЦ ЖДТ, 2022. – 312 с. ISBN 978-5-907479-09-8.

Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика: Материалы III Национальной научно-образовательной конференции. Санкт-Петербург, 28 октября 2022 г. В 2 частях. Часть 1 / Ред. кол.: В. В. Шербаков (отв. ред.) [и др.]. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2022. – 413 с. ISBN 978-5-7310-5863-6 (часть 1), ISBN 978-5-7310-5865-0.

Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры): Материалы I-й Международной научно-практической конференции, 31 марта 2022 г. – М.: Государственный университет управления, 2022. – 147 с. ISBN 978-5-215-03558-0.

Цвик Л. Б., Тармаев А. А. Компьютерные технологии расчёта и проектирования подвижного состава: Учебное

пособие. – М.: УМЦ ЖДТ, 2022. – 240 с. ISBN 978-5-907479-21-0.

Человек и транспорт: психология, образование, эргономика: Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 11–12 ноября 2021 г. / Под общ. ред. Е. Ф. Ященко. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – 154 с. ISBN 978-5-7641-1758-4.

Эмиров А. Е., Эмиров Н. Д. Международная логистика: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим направлениям. – М.: Юрайт, 2022. – 173 с. ISBN 978-5-534-14927-2.

Книги иностранных издательств

Alternative Fuels and Advanced Vehicle Technologies for Improved Environmental Performance. Towards Zero Carbon Transportation. Eds. R. Folkson, S. Sapsford. Woodhead Publishing, 2022, 798 p. ISBN: 9780323909792.

Biswas, W. K., John, M. Engineering for Sustainable Development: Theory and Practice. John Wiley & Sons, Inc., 2022, 352 p. ISBN 9781119720980. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119721079>.

Di Hu. Analysis and Design of Prestressed Concrete. Elsevier, 2022, 460 p. ISBN 9780128244258.

Hagberg and Benumof's Airway Management. Ed. C. Hagberg. Elsevier, 2022, 992 p. ISBN 9780323795388.

Huang, H., Savkin, A., Huang C. Autonomous Navigation and Deployment of UAVs for Communication, Surveillance and Delivery. John Wiley & Sons, Inc., 2022, 272 p. ISBN 9781119870838. DOI: [10.1002/9781119870869](https://doi.org/10.1002/9781119870869).

Human Factors in Aviation and Aerospace. 3rd ed. Eds. J. Keebler, E. Lazzara, K. Wilson, B. Blickensderfer. Academic Press, 2022, 620 p. ISBN 9780124201392.

Prokop, D. Transportation Operations Management. Elsevier, 2022, 240 p. ISBN 9780128154151.

Renne, J., Wolshon, B., Pande, A., Murray-Tuite, P., Kim, K. Creating Resilient Transportation Systems. Policy, Planning, and Implementation. Elsevier, 2022, 232 p. ISBN 9780128168202.

Teodorovic, D., Janic, M. Transportation Engineering. Theory, Practice, and Modeling. Butterworth-Heinemann, 2022, 1012 p. ISBN 9780323908139.

Transportation Amid Pandemics. A volume in World Conference on Transport Research Society. Eds. Junyi Zhang, Yoshitsugu Hayashi. Elsevier, 2022, 490 p. ISBN 9780323997706. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2020-0-04079-X>.

Составила Н. ОЛЕЙНИК ●