



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621.332

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ИРАКА В ФОКУСЕ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ

¹Алсултан М.Д.Д., ²Плаксин В. А., ³Фадеева А. Л.

ФГАОУ ВО "РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА", Москва, Россия (127055, город Москва, ул. Образцова, д.9 стр.9), e-mail:¹ moha6007@gmail.com, ²valentin.placksin@yandex.ru, ³nastena.fadeeva.2020@mail.ru

Предметом исследования является электроэнергетическая система южной части Ирака. Дана оценка современного состояния электроэнергетической сферы Ирака с учетом исторических событий. Показаны классификации видов электростанций в Ираке, а также виды потребителей электроэнергии в стране с их количественной оценкой. Произведен анализ выработки электроэнергии и их требуемые объемы для снижения дефицита мощности по регионам. Рассмотрены условия для повышения эффективности работы электроэнергетической системы южной части Ирака с учетом проектирования системы тягового электроснабжения железной дороги. Детально проведен анализ показателей неравномерности энергопотребления по регионам страны. Предложены технические решения по повышению эффективности электроснабжения.

Ключевые слова: Электроэнергетическая система Ирака, электростанции Ирака, электропотребители Ирака, показатели неравномерности энергопотребления, система тягового электроснабжения.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE ELECTRIC POWER SYSTEM IN THE SOUTHERN PART OF IRAQ IN THE FOCUS OF BUILDING A TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM FOR THE RAILWAY

¹Alsultan M.D.D., ²Plaksin V. A., ³Fadeeva A. L.

RUSSIAN UNIVERSITY OF TRANSPORT, Moscow, Russia (127055, Moscow, Obraztsova st., 9, bldg. 9), e-mail:¹ moha6007@gmail.com, ²valentin.placksin@yandex.ru, ³nastena.fadeeva.2020@mail.ru

The subject of the study is the electric power system of the southern part of Iraq. An assessment of the current state of the Iraqi electric power sector is given, taking into account historical events. The classifications of the types of power plants in Iraq are shown, as well as the types of electricity consumers in the country with their quantitative assessment. An analysis of electricity generation and their required volumes has been carried out to reduce the power deficit by region. The conditions for improving the efficiency of the electric power system in the southern part of Iraq are considered, taking into account the design of the traction power supply system of the railway. A detailed analysis of the indicators of uneven energy consumption by regions of the country has been carried out. Technical solutions to improve the efficiency of power supply are proposed.

Keywords: Electric power system of Iraq, power plants of Iraq, electric consumers of Iraq, indicators of uneven power consumption, traction power supply system.

На сегодняшний день энергетическая сфера Ирака проходит этап восстановления после событий 1991 года — Персидской войны, вторжения США в 2003 году и борьбы с ИГИЛом с 2014 по 2017 годы. Ухудшение социально-политической обстановки в стране, разрушение

энергетической инфраструктуры и другие факторы привели к резкому росту реальных энергетических потерь в электрических сетях Ирака. В 2005 году относительные потери энергии, по данным Международного энергетического агентства (МЭА), возросли с 5,9% в 2004 году до 28,8% и не снижались ниже 50% за последние 5 лет.

Несмотря на затраты около 60 миллиардов долларов на восстановление энергетического сектора Ирака с 2003 по 2018 год, и ежегодные расходы Министерства электроэнергетики Республики Ирак более 18 миллиардов долларов, дефицит электрической мощности остается на высоком уровне. Например, в 2018 году, при собственной генерации 16 ГВт и импорте электроэнергии 1,3 ГВт, пиковый спрос на электроэнергию, согласно оценкам экспертов, составил 24 ГВт, что привело к дефициту мощности около 8 ГВт.

Согласно Энергетическому мастер-плану для всего Ирака, была поставлена амбициозная цель добавления 24 400 МВт мощности производства электроэнергии между 2012 и 2019 годами. Этот план предполагал наличие 13 000 МВт газовой мощности, 7 000 МВт тепловой мощности и возобновляемой энергии на уровне 400 МВт к 2015 году. К сожалению, эти цели не были достигнуты, в результате чего Ирак имеет лишь 14 часов ежедневного электроснабжения. Распределение установленной мощности производства по роду электростанций показаны на Рисунке 1, данные по генерации электроэнергии и требования по снижению дефицита мощности представлены в таблице 1 [1, с. 361; 10, с. 262].

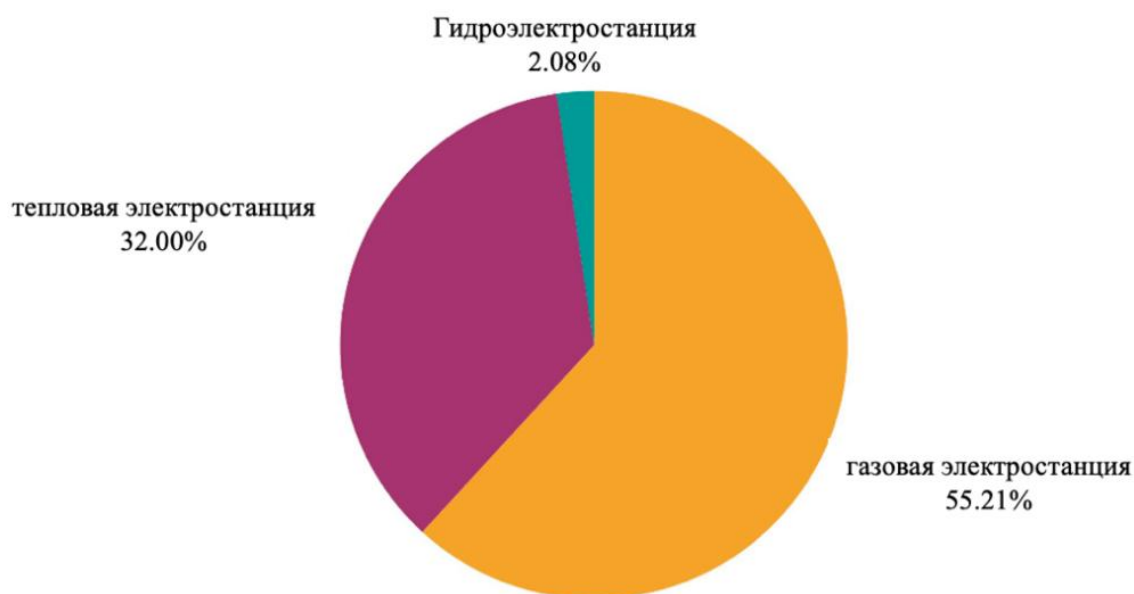


Рисунок 1 - Процент от портфеля генерации

Таблица 1 – Максимальные потребности и производственная мощность генерации энергии на юге Ирака

№.	Район	Генерация	Требование
1.	Багдад	3375	5900
2.	Бабель	750	1400
3.	Кербела	635	1267
4.	Наджаф	630	1161
5.	Дивания	490	830
6.	Кут	560	1050
7.	Самава	400	605
8.	Насирия	985	1356
9.	Аммара	505	910
10.	Аланбар	665	1346
11.	Басра	2395	2487

Министерство электроэнергетики делит потребителей на пять сегментов (Рисунок 2): жилые, правительственные, коммерческие, промышленные и сельскохозяйственные. Преобладают бытовые потребители, на их долю приходится 61% от общего объема потребления, что обусловлено различными социально-экономическими факторами, за ними следуют государственные потребители (19%), коммерческие потребители (6%), промышленные потребители (12%) и сельскохозяйственные потребители (2%).

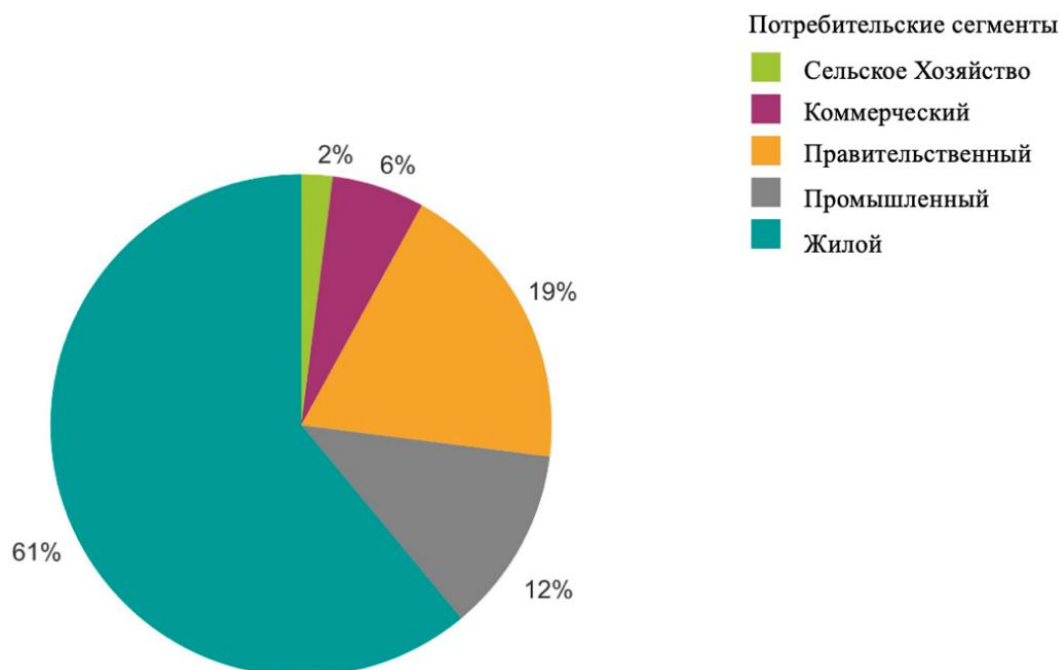


Рисунок 2 - Объем потребления потребительские сегменты

Следует отметить, что в данной статистике нет затрат на транспортную инфраструктуру. Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в национальной экономике, внося значительный вклад в транспортный сектор за счет доходов от перевозки пассажиров и грузов. Однако, ситуация с железными дорогами Ирака демонстрирует обратное: этот сектор страдает

от недостатка финансовых поступлений, что стало особенно заметно после 2003 года. Причиной этого стали нестабильная ситуация с безопасностью, акты саботажа и износ железнодорожной инфраструктуры, включая локомотивы и вагоны. Вместо того чтобы поддерживать экономику, железные дороги стали бременем. Положение в транспортной отрасли необходимо изменить коренным образом за счет современных подходов к электрификации [15, с.8; 4, с.33; 30, с.345] существующей железной дороги, тем самым в разы повысить ее эффективность по перевозке пассажиров и грузов [2, с.94; 3, с.10].

Рисунок 3 предоставляет визуальное представление электроэнергетической системы (ЭЭС) в пространственном распределении и географическом размещении электростанций, ЛЭП и распределительных устройств в центральных и южных регионах Ирака. Иллюстрация предоставляет информацию о конкретных местоположениях этих станций, выделяя их присутствие и расположение в данных областях страны.

Так исторически сложилось, что железная дорога как раз проходит от Багдада на севере карты (Рисунок 3) до провинции Басра на юго-западе страны. География маршрута выгодно проходит по относительно развитым регионам Ирака в плане электрификации. Однако, существующая ЭЭС обладает массой недостатков, которые затрудняют реализацию данного стратегически необходимого транспортного инфраструктурного проекта.

Предварительные расчеты на имитационных моделях [8, с.23; 17, с.75; 21, с.44; 22, с.42] показали, что для обеспечения необходимых скоростей движения поездов и строительства тяговых подстанций, существующую ЭЭС необходимо частично усилить и модернизировать. При этом фрагментально стоит использовать перспективные возобновляемые источники [18, с.232; 20, с.42; 25, с.290] и накопители электроэнергии [7, с.18; 16, с.55; 26, с.20].

При реализации проекта электрификации железной дороги должно помочь выполнение следующих условий: повышение электрогенерирующих мощностей в том числе и за счет возобновляемых источников электроэнергии [19, с.26], ввод новых ЛЭП и повышение их уровня напряжения, переход на максимально разветвленную и объединенную ЭЭС, а так же, и самое главное, синхронизировать графики энергопотребления и генерации различных районов. Как показывают предварительные расчеты наибольшие ущербы ЭЭС несет как раз за счет неравномерности энергопотребления.

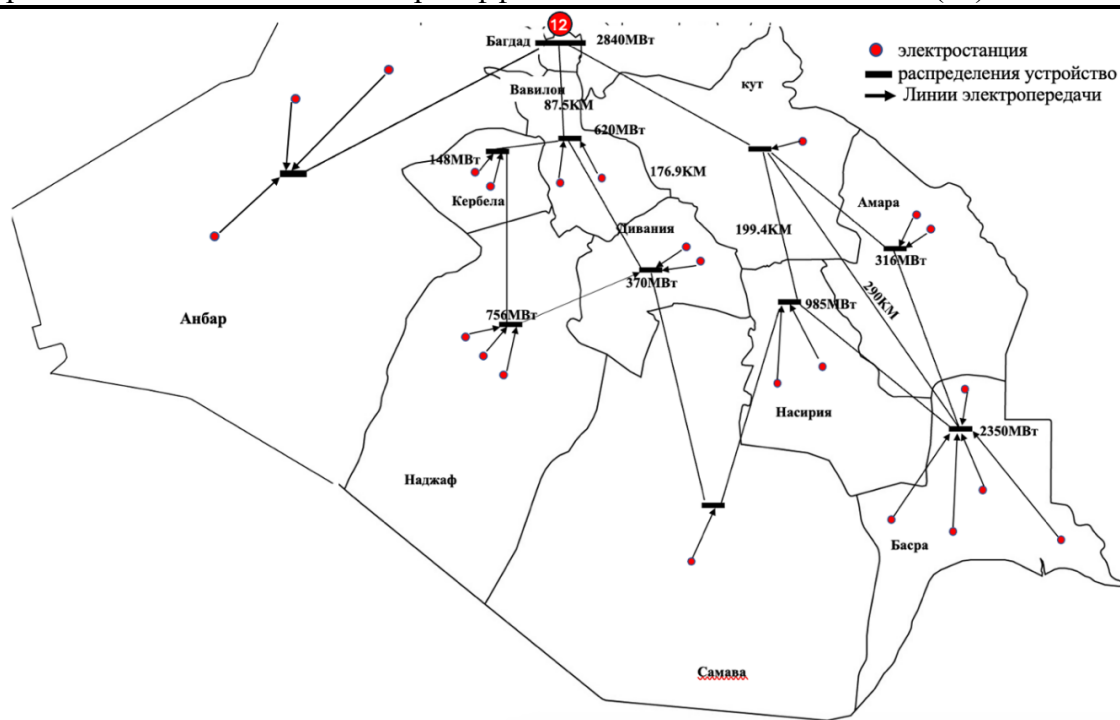


Рисунок 3 - ЭЭС южной части Ирака

Для анализа неравномерности энергопотребления принято использовать следующие показатели [12, с.10]:

1. Коэффициент минимума.
2. Пик-фактор.
3. Коэффициент заполнения.
4. Время использования максимальной нагрузки.
5. Изменяемый диапазон мощностей.

$$\beta = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}; \quad (1)$$

где: P_{\min} – минимальная мощность потребления;
 P_{\max} – максимальная мощность потребления.

Этот коэффициент характеризует разницу между мощностями в часы пик и в часы наименьшего энергопотребления. Очевидно, что идеализированным является случай, когда $P_{\min}=P_{\max}=P_{\text{ном}}$, а $\beta=1$.

2. Пик-фактор.

$$\Pi = \frac{P_{\max}}{P_{\text{ср}}} = \frac{P_{\max}}{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T P(t) \cdot dt}; \quad (2)$$

где: $P_{\text{ср}}$ – средняя за сутки мощность потребления СТЭ;
 T – время расчетного периода, т.е. за сутки.

Пик-фактор является наиболее широко распространенным показателем неравномерности, который характеризует отношение максимальной мощности P_{\max} к средней $P_{\text{ср}}$, причем последнюю вычисляют путем интегрирования кривой потребления мощности в функции времени за расчетный период T , который в электроэнергетике обычно принимают равным суткам ($T = 24$ ч). Ясно, что при равномерном энергопотреблении показатель пик-фактора $\Pi=1$.

3. *Коэффициент заполнения или плотность нагрузки*, который характеризует долю средней за сутки электроэнергии по отношению к максимально возможной.

$$\gamma = \frac{\int_0^T P(t) \cdot dt}{T \cdot P_{\max}} ; \quad (3)$$

Данный коэффициент отражает уже не мгновенную, а дифференцированную величину, характеризующую насколько рационально используется оборудование подстанций. Также как и в первом случае, идеальным вариантом считается, когда $\gamma=1$.

4. *Время (число секунд, минут, часов) использования (наибольшей) нагрузки.*

$$Tm = \frac{\int_0^T P(t) \cdot dt}{P_{\max}} = T \cdot \gamma ; \quad (4)$$

5. *Изменяемый диапазон мощностей.*

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\min} \quad (5)$$

6. *Динамическая характеристика графика энергопотребления, т. е. скорость изменения нагрузки.*

$$P_v = \frac{dP}{dt} ; \quad (1.6)$$

Результаты статистической обработки по показателям энергопотребления районов южного Ирака представлены в Таблице 2. Здесь видно, что по неравномерности потребления наихудшие показатели в районах Анбар, Самава, Кут, Басра (выделено красным цветом), средний показатель в районах Кербела, Наджаф, Амара, Дивания, Насирия (выделено желтым цветом), наилучший показатель в районах Багдад, Бабель (выделено зеленым цветом).

Таблица 2 – Показатели энергопотребления районов южного Ирака

№	Район	Дефицит мощности (МВт)	Дефицит энергии (МВт)	β	Π	γ	T_m	ΔP , МВт/ч
1.	Багдад	604	4981	0.82	1.12	0.9	21.6	280
2.	Бабель	53	393.5	0.86	1.11	0.9	21.6	55
3.	Анбар	149	672	0.58	1.29	0.77	18.5	176
4.	Кербела	170	1144	0.71	1.24	0.8	19.2	83
5.	Наджаф	73	376	0.76	1.22	0,82	19.68	111
6.	Амара	131	1193	0,6	1,23	0.81	19.44	88
7.	Самава	70	647	0.47	1.26	0.79	18.96	108
8.	Дивания	142	1446	0.72	1.23	0.81	19.44	73
9.	Кут	200	777	0.51	1.43	0.7	16.8	186
10.	Насирия	113	459	0.7	1.18	0.85	20.4	73
11.	Басра	151	181	0.47	1.37	0.73	17.52	354

Выводы

Таким образом, при формировании перспективной ЭЭС южного Ирака, учитывающей снижение дефицита мощности, расширение энергоснабжения объектов социальной, промышленной и транспортной инфраструктуры следует обратить на следующие показатели повышения энергоэффективности:

- ввод новых электростанций;
- развитие направления возобновляемых источников энергии [29, с.3012; 9, с.41];
- ввод новых ЛЭП повышенного напряжения;
- активное использование системы тягового электроснабжения железной дороги для электрификации промышленного и социального сектора;
- выравнивание графика электропотребления [14, с.124], в том числе и в системе тягового электроснабжения, за счет различного рода накопителей энергии [11, с.69; 13, с. 36];
- объединение питающих центров и промежуточных распределительных устройств;
- синхронизация графиков энергопотребления и генерации различных районов.

Предварительные расчеты системы тягового электроснабжения на имитационных [23, с.28; 24, с.121; 27, с.90; 28, с.29] моделях показали, что, в среднем, с учетом объединения распределительных устройств ЭЭС для суточного выравнивания графика электропотребления, генерирующие мощности для каждой провинции южной части Ирака следует увеличить на 215 МВА [5, с.48; 6, с.33].

Список литературы

1. Алсултан М.Д.Д., Шевлюгин М.В. Особенности построения и функционирования устройств генерации электроэнергии в южной части Ирака // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2024. Т. 21. № 2. С. 359-369.

2. Алсултан М.Д., Шевлюгин М.В. Актуальные аспекты проектирования электрифицированных железных дорог в Ираке // В сборнике: Актуальные проблемы проектирования и эксплуатации устройств электроснабжения электрического транспорта. Материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения д.т.н., профессора, академика Российской академии транспорта В.П. Михеева. Омск, 2023. С. 92-100.
3. Алсултан М.Д.Д., Шевлюгин М.В. Современные принципы проектирования электрификации Южно-Иракских железных дорог // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2023. № 6 (99). С. 7-15.
4. Развитие методологии расчета систем тягового электроснабжения. Железнодорожный транспорт / Андреев В.В., Гречишников В.А., Король Ю.Н., Шевлюгин М.В. // 2014. № 8. С. 32-34.
5. Расчёт относительной реализуемой мощности трансформатора тяговой подстанции по старению изоляции / Андреев В.В., Гречишников В.А., Привезенцев Н.Н., Шевлюгин М.В. // Электротехника. 2011. № 8. С. 46-49.
6. Андреев В.В., Шевлюгин М.В., Гречишников В.А. Расчёт интегральных показателей работы разветвленных систем тягового электроснабжения // Электротехника. 2012. № 12. С. 32-36.
7. Гречишников В.А., Шевлюгин М.В. Теоретическое обоснование эффективности использования накопителей энергии неуправляемого типа в системе тягового электроснабжения метрополитена // Электроника и электрооборудование транспорта. 2013. № 5. С. 17-19.
8. Модель совмещенной тяговой подстанции метрополитена с учетом тяговой нагрузки и потребителей собственных нужд / Клячко Л.М., Шевлюгин М.В., Белов М.Н., Голицына А.Е. // Электротехника. 2021. № 9. С. 22-25.
9. Котельников А.В., Шевлюгин М.В., Жуматова А.А. Распределенная генерация электроэнергии в системе тягового электроснабжения железных дорог на основе ветровых электроустановок // Электротехника. 2017. № 9. С. 40-45.
10. Ради Н.А., Аббас М.Х.А., Шевлюгин М.В. Особенности производства и потребления электроэнергии в северной части Ирака / В сборнике: Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых // Комсомольск-на-Амуре, 2023. С. 260-263.
11. Накопители электрической энергии в системе тягового электроснабжения железных дорог постоянного тока / Ребров И.А., Шевлюгин М.В., Котельников А.В., Ермоленко Д.В. // В сборнике: Интеллектуальная энергетика на транспорте и в промышленности. Материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 67-79.
12. Шевлюгин М.В. Энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте и метрополитенах, реализуемые с использованием накопителей энергии автореферат дис. ... доктора технических наук / Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ. Москва, 2013. 24с.

13. Шевлюгин М.В. Совершенствование системы тягового электроснабжения с помощью накопителей энергии // Соискатель - приложение к журналу "Мир транспорта". 2007. Т. 04. № 1. С. 35-38.
14. Шевлюгин М.В. Энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте и метрополитенах, реализуемые с использованием накопителей энергии дис. ... доктора технических наук // Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ. Москва, 2014. 345с.
15. Шевлюгин М.В., Антонов В.С., Максименко Н.В. Современные подходы к проектированию устройств тяговой сети железных дорог с помощью ВІМ-технологий // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 1 (98). С. 6-12.
16. Шевлюгин М.В., Голицына А.Е., Стадников А.Н. Опытная эксплуатация накопителей энергии неуправляемого типа на тяговых подстанциях Московского метрополитена // Электропитание. 2019. № 4. С. 51-60.
17. Шевлюгин М.В., Ермоленко Д.В., Королев А.А. Анализ взаимных электромагнитных влияний между системой тягового электроснабжения и энергосистемой на единой цифровой модели в программном комплексе ЕТАР // В сборнике: Актуальные вопросы развития железнодорожного транспорта. Материалы Всероссийской научно-практической конференции к 75-летию аспирантуры Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2019. С. 73-81.
18. Шевлюгин М.В., Жуматова А.А. Экспериментальный анализ ветрового потенциала Юго-Казахстано-Каратауских зон и Джунгарских ворот для использования в электроэнергетических системах железнодорожного транспорта // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2009. № 2 (57). С. 231-235.
19. Шевлюгин М.В., Жуматова А.А. Возможность использования возобновляемых источников энергии в системе тягового электроснабжения железных дорог // Наука и техника транспорта. 2008. № 4. С. 25-28.
20. Шевлюгин М.В., Зеленская И.В., Жуматова А. Оценка потенциала ветровой электроэнергетики для использования в системе тягового электроснабжения железных дорог // Электроника и электрооборудование транспорта. 2017. № 6. С. 41-45.
21. Цифровой двойник электроподвижного состава в тяговой сети метрополитена / Шевлюгин М.В., Королев А.А., Голицына А.Е., Плетнев Д.С. // Электротехника. 2019. № 9. С. 41-46.
22. Цифровая модель тяговой подстанции двух родов тока / Шевлюгин М.В., Королев А.А., Королев А.О., Александров И.А. // Электротехника. 2018. № 9. С. 40-44.
23. Модель системы тягового электроснабжения с распределенной генерацией энергии на основе ветровых электроустановок / Шевлюгин М.В., Королев А.А., Цыколенко А.А., Жуматова А.А. // Электроника и электрооборудование транспорта. 2018. № 6. С. 27-31.
24. Цифровое моделирование движения электроподвижного состава 81-775/776/777 «Москва-2020» с учетом рекуперативного торможения на линии Московского метрополитена / М. В. Шевлюгин, Д. С. Плетнев, М. Н. Белов, З. Е. Минаков // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2023. – № 1. – С. 119-129.

Алсултан М.Д.Д., Плаксин В. А., Фадеева А. Л. Анализ эффективности электроэнергетической системы южной части Ирака в фокусе построения системы тягового электроснабжения железнодорожной магистрали // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2025. – Т. 10 № 2(52) с. 181–192

25. Шевлюгин М.В., Ради Н.А.Р., Аббас М.Х.А. Влияние возобновляемых источников энергии на стабильность и надежность работы энергетической системы // Инновации и инвестиции. 2024. № 3. С. 289-292.
26. Шевлюгин М.В., Стадников А.Н., Юдин А.С. О применении накопителей энергии в системе электроснабжения мегаполиса на примере Москвы // Электропитание. 2020. № 1. С. 7-31.
27. Шевлюгин М.В., Щегловитова Е.В. Имитационная модель системы тягового электроснабжения железных дорог переменного тока для оценки качества электроэнергии на вводах подстанций // Энергобезопасность и энергосбережение. 2023. № 1. С. 89-92.
28. Шевлюгин М.В., Щегловитова Е.В. Эксплуатация энергопринимающих устройств промышленной сети с учётом влияния тяговой нагрузки на несимметрию напряжений // Энергетик. 2023. № 3. С. 28-30.
29. Rady N., Shevlyugin M., Maytham Kh. EXAMINING THE NORTHERN REGION OF IRAQ AND THE IMPERATIVE FOR ESTABLISHING PHOTOVOLTAIC POWER STATIONS // В сборнике: International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023). Les Ulis, France, 2024. С. 3012.
30. Application of ETAPtm ETRAXtm software package for digital simulation of distribution network that feeds an ac traction power supply system / Tulskey V., Murzintsev A., Zhgun K., Silaev M., Khripushkin N., Shevlyugin M., Korolev A., Subhanverdiev K., Baembitov R. // В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "ENERGY-21 - Sustainable Development and Smart Management" 2020. С. 345.

References

1. Alsultan M.D.D., Shevlyugin M.V. Features of the construction and operation of power generation devices in the southern part of Iraq // Bulletin of the Petersburg University of Railway Engineering. 2024. Vol. 21. No. 2. pp. 359-369.
2. Alsultan M.D., Shevlyugin M.V. Actual aspects of the design of electrified railways in Iraq // In the collection: Actual problems of the design and operation of power supply devices for electric transport. Proceedings of the All-Russian scientific and technical conference with international participation dedicated to the 90th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Transport V.P. Mikheev. Omsk, 2023. pp. 92-100.
3. Alsultan M.D.D., Shevlyugin M.V. Modern principles of designing the electrification of the South Iraqi railways // Bulletin of the North Caucasus Federal University. 2023. No. 6 (99). pp. 7-15.
4. Development of the methodology for calculating traction power supply systems. Railway transport / Andreev V.V., Grechishnikov V.A., Korol Yu.N., Shevlyugin M.V. // 2014. No. 8. pp. 32-34.
5. Calculation of the relative realized power of a traction substation transformer based on insulation aging / Andreev V.V., Grechishnikov V.A., Privezentsev N.N., Shevlyugin M.V. // Electrical Engineering. 2011. No. 8. . pp.. 46-49.

6. Andreev V.V., Shevlyugin M.V., Grechishnikov V.A. Calculation of integral performance indicators of branched traction power supply systems // *Electrical Engineering*. 2012. No. 12. . pp. 32-36.
7. Grechishnikov V.A., Shevlyugin M.V. Theoretical justification for the efficiency of using uncontrolled energy storage devices in the metro traction power supply system // *Electronics and electrical equipment of transport*. 2013. No. 5. pp. 17-19.
8. Model of a combined metro traction substation taking into account the traction load and consumers of own needs / Klyachko L.M., Shevlyugin M.V., Belov M.N., Golitsyna A.E. // *Electrical Engineering*. 2021. No. 9. pp. 22-25.
9. Kotelnikov A.V., Shevlyugin M.V., Zhumatova A.A. Distributed generation of electric power in the traction power supply system of railways based on wind power plants // *Electrical engineering*. 2017. No. 9. pp. 40-45.
10. Radi N.A., Abbas M.Kh.A., Shevlyugin M.V. Features of production and consumption of electric power in the northern part of Iraq / In the collection: Science, innovation and technology: from ideas to implementation. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists // *Komsomolsk-on-Amur*, 2023. pp. 260-263.
11. Electric energy storage devices in the traction power supply system of DC railways / Rebrov I.A., Shevlyugin M.V., Kotelnikov A.V., Ermoolenko D.V. // In the collection: Intelligent energy in transport and industry. Proceedings of the All-Russian youth scientific and practical conference with international participation. 2018. pp. 67-79.
12. Shevlyugin M.V. Energy-saving technologies in railway transport and subways, implemented using energy storage devices Abstract of the dissertation ... Doctor of Technical Sciences / Moscow State University of Railway Engineering (MIIT) of the Ministry of Railways of the Russian Federation. Moscow, 2013. p.24
13. Shevlyugin M.V. Improving the traction power supply system using energy storage devices // Applicant - supplement to the journal "World of Transport". 2007. Vol. 04. No. 1. pp. 35-38.
14. Shevlyugin M.V. Energy-saving technologies in railway transport and subways, implemented using energy storage devices Dissertation ... Doctor of Technical Sciences / / Moscow State University of Railway Engineering (MIIT) of the Ministry of Railways of the Russian Federation. Moscow, 2014. p.345
15. Shevlyugin M.V., Antonov V.S., Maksimenko N.V. Modern approaches to the design of railway traction network devices using BIM technologies // *World of Transport*. 2022. Vol. 20. No. 1 (98). pp. 6-12.
16. Shevlyugin M.V., Golitsyna A.E., Stadnikov A.N. Trial operation of uncontrolled energy storage devices at traction substations of the Moscow Metro // *Power Supply*. 2019. No. 4. pp. 51-60.
17. Shevlyugin M.V., Ermoolenko D.V., Korolev A.A. Analysis of mutual electromagnetic influences between the traction power supply system and the power grid on a single digital model in the ETAP software package // In the collection: Actual issues of railway transport development. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the postgraduate study of the Research Institute of Railway Transport. 2019. pp. 73-81.

18. Shevlyugin M.V., Zhumatova A.A. Experimental analysis of the wind potential of the South Kazakhstan-Karatau zones and the Dzungarian Gate for use in electric power systems of railway transport // Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev. 2009. No. 2 (57). pp. 231-235.
 19. Shevlyugin M.V., Zhumatova A.A. Possibility of using renewable energy sources in the traction power supply system of railways // Science and technology of transport. 2008. No. 4. pp. 25-28.
 20. Shevlyugin M.V., Zelenskaya I.V., Zhumatova A. Evaluation of the potential of wind power for use in the traction power supply system of railways // Electronics and electrical equipment of transport. 20
 21. Digital Double of Electric Rolling Stock in the Traction Network of the Metro / Shevlyugin M.V., Korolev A.A., Golitsyna A.E., Pletnev D.S. // Elektrotehnika. 2019. № 9. pp. 41-46.
 22. Digital model of traction substation of two types of current / Shevlyugin M.V., Korolev A.A., Korolev A.O., Aleksandrov I.A. // Elektrotehnika. 2018. № 9. pp. 40-44.
 23. Model of the traction power supply system with distributed energy generation based on wind power plants / Shevlyugin M.V., Korolev A.A., Tsykolenko A.A., Zhumatova A.A. // Electronics and electrical equipment of transport. 2018. № 6. pp. 27-31.
 24. Shevlyugin M. V., Pletnev D. S., Belov M. N., Minakov Z. E. Digital Modeling of Electric Rolling Stock Movement 81-775/776/777 "Moscow-2020" Taking into Account Recuperative Braking on the Moscow Metro Line. – 2023. – № 1. – pp. 119-129.
 25. Shevlyugin M.V., Radi N.A.R., Abbas M.H.A. Influence of renewable energy sources on the stability and reliability of the energy system. 2024. № 3. pp. 289-292.
 26. Shevlyugin M.V., Stadnikov A.N., Yudin A.S. On the application of energy storage in the system of electric supply of a megapolis on the example of Moscow. 2020. № 1. pp. 7-31.
 27. Shevlyugin M.V., Shcheglovitova E.V. Imitation model of the system of traction power supply of alternating current railways for assessing the quality of electricity at the inputs of substations. 2023. № 1. pp. 89-92.
 28. Shevlyugin M.V., Shcheglovitova E.V. Operation of power-receiving devices of an industrial network taking into account the influence of traction load on voltage asymmetry. 2023. № 3. pp. 28-30.
 29. Rady N., Shevlyugin M., Maytham Kh. EXAMINING THE NORTHERN REGION OF IRAQ AND THE IMPERATIVE FOR ESTABLISHING PHOTOVOLTAIC POWER STATIONS // В сборнике: International Conference on Ensuring Sustainable Development: Ecology, Energy, Earth Science and Agriculture (AEES2023). Les Ulis, France, 2024. p. 3012.
 30. Application of ETAPtm ETRAXtm software package for digital simulation of distribution network that feeds an ac traction power supply system / Tulsy V., Murzintsev A., Zhgun K., Silaev M., Khripushkin N., Shevlyugin M., Korolev A., Subhanverdiev K., Baembitov R. // В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "ENERGY-21 - Sustainable Development and Smart Management" 2020. p. 345.
-