

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**PROCEEDINGS  
of the XX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«ҒҮЛЫМ ЖАҢЕ БІЛІМ - 2025»**

**2025  
Астана**

УДК 001(06)  
ББК 72я631  
F96

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың  
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная  
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE  
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for  
students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:  
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас  
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті  
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young  
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник  
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по  
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)  
ББК 72я431  
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2025

		приложения для создания визуального портфолио	
1720.	Уркенова Д.А.	Социальный брендинг и его влияние на современный мир	7346
1721.	Хабибулина А.Р.	Психология цвета в айдентике: как цвета влияют на восприятие бренда	7350
1722.	Хитуова М.Т.	Искусственный интеллект в графическом дизайне: новые возможности и вызовы	7353
1723.	Шаймуханбет А.	Современные тенденции в создании сувениров: от массового производства к уникальным изделиям	7355

### 11.7 НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ В СФЕРЕ ДИЗАЙНА

1724.	Аманбек Назерке	Контемпорари стиліндегі сұлулық салонын қайта өңдеу, эстетика мен қолайлылық үйлесімі	7360
1725.	Әмір Әлия Әшімханқызы	Дәмхана интерьерін заманауи стильде қайта әзірлеу	7364
1726.	Мешітбай Дәмеш Мұратқызы	Косметолгия салонының интерьерін биоскандинавиялық стилде оңтайландыру	7367
1727.	Жалғас Зарина Нұрланқызы	Ескі мен жаңаның үйлесімі: ескі үйді контемпорари стильде қайта құру	7371
1728.	Ескенова Ажар Қадыржанқызы	Сұлулық салонын минимализм стилінде Қайта өңдеу	7374
1729.	Кульжнова Жасмин Нуржановна	Эргономика и инклюзивный дизайн в использовании экологических текстильных решений в интерьере	7377
1730.	Болысбекова Райхан Темирбековна	Костюм дизайндағы шығармашылық композиция	7380
1731.	Альбусынова Сымбат Думановна, Ералы Эльмира Әнуарбекқызы	Шағын қалаларға арналған инновациялық кітапханалар мен білім беру орталықтарын жобалау	7382
1732.	Садырбай Ақмарал Жұмабекқызы	Этнографиялық символизмнің Сәндік өнерде қолданылуы	7385

### СЕКЦИЯ 12 ТРАНСПОРТ И ЭНЕРГЕТИКА КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКА / TRANSPORT AND ENERGY

Подсекция 12.1 Транспортная инженерия Көлік инженериясы / Transport engineering			
1733.	Алдаберген А.А.	Қазақстандағы автомобиль нарығының жан-жақты талдау	7392
1734.	Дюсенбаева А.А.	Биодизель: Қазақстандағы даму перспективалары	7395
1735.	Қалтай А.Б.	Биосутегі: оның өндірісі, Қазақстандағы дамуы	7397
1736.	Жанайдар С.Ж.	2024 жылдың теміржол вагондарының	7400

		инфрақұрылымы	
1737.	Курбанов Д.А.	Климат-контроль в транспортных средствах: сравнение Казахстана и стран Европы	7403
1738.	Амангельдинов А.С.	Проблемы карьерных самосвалов Казахстана. Путь их решения	7408
1739.	Гордей К.С.	Анализ применения экологичных материалов для тормозных колодок	7416
1740.	Кушмагамбетов Т.Р.	Оптимизация конструкций транспортных средств	7421
1741.	Казбеков Е.С.	Система рекуперации выхлопных газов EGR	7426
1742.	Ералин Д.Д.	Транспорт и углеродный след: анализ ситуации в Астане за последние три года	7430
1743.	Алданыш А.С.	Разработка методики формирования сети электрозарядных станций в Казахстане	7433
1744.	Кожаметов Т.Н.	Повышение эффективности использования транспортных средств и организации перевозок зерна в Костанайской области	7437
1745.	Мейрманов Р.С.	Прогнозирование потребности в колесных парах грузовых вагонов и совершенствование технологии их ремонта на железных дорогах Республики Казахстан	7441
1746.	Талғатұлы М.	Ақылы жол жүйесі: даму бағыты мен болашағы	7444
1747.	Зинатуллин А.Р.	Диагностика электрооборудования тягового электропривода электротранспортных средств	7447
1748.	Разбек Д.М.	Повышение эффективности технического обслуживания тормозной системы автомобилей	7450
1749.	Мерекеұлы Н.	Қостанай облысында ауыл шаруашылығы техникасына қосалқы бөлшектерді жеткізу	7453
1750.	Жорабек А.Н.	Моделирование ленточного конвейера с полимерной лентой	7454
1751.	Бейімбетұлы Б.	Астана қаласында құрылыс қалдықтарын тасымалдауды жетілдіру жолдары	7458
1752.	Шамаганов Д.Т.	Модернизация подвески автотранспортных средств для условий бездорожья, с повышением надежности	7460

**Подсекция 12.2 Теплоэнергетика  
Жылуэнергетика / Heat power engineering**

1753.	Арысбай М.Б.	Қант зауытының қалдықтарын қайта өңдеудің энергия үнемді әдістемесін	7467
-------	--------------	--	------

		эзірлеу	
1754.	Жапбаралы Т.	Научно-технические аспекты разработки технологий солнечной электростанции для условий Республики Казахстан	7469
1755.	Жумагулова Д.К.	Обзор влияния влажности воздуха на эффективность фильтрации пыли в промышленности	7474
1756.	Жұманазар Н.Д.	Ғимараттарды жылу изоляциялаудың заманауи технологиялары – энергия үнемдеу стратегиясы	7479
1757.	Кабимулла А.Н.	Исследование и разработка катодных материалов с повышенной каталитической активностью для твердооксидных топливных элементов	7488
1758.	Қаирбеков А.Ж.	Қазақстан Республикасында биогазды пайдалану болашағы	7490
1759.	Қалжігіт Қ.Б.	Оценка эффективности частичного сжигания водорода в парогазовой установке	7494
1760.	Omarbekova A.B.	To the question of labor safety in thermal power industry	7499
1761.	Турикпенбаева А.А.	Газтурбиналық қондырғылардың жану камераларында көмірді газдандыру өнімдерін тиімді жағу үшін жанарғы құрылғысын жасау	7502

**Подсекция 12.3 Стандартизация, сертификация и метрология**  
**Стандарттау, сертификаттау және метрология / Standardization, certification and metrology**

1762.	Аукенова Ж.Ж.	Повышение эффективности системы сертификации безопасности конструкций транспортных средств в Казахстане: проблемы и пути решения	7509
1763.	Ахмаджанова Н.Б.	Принципы ХАССП и их применение в системе безопасности пищевых продуктов	7511
1764.	Бекзатқызы А.	Массаны өлшеу құралдарын калибрлеу процесстерін жетілдіру бойынша шетелдік тәжірибе	7513
1765.	Беркинова Т.Р.	Государственный контроль в области технического регулирования: недостатки законодательства и перспективы их устранения	7516
1766.	Ғабиден Д.Ғ.	Мемлекеттік рәміздерді дайындауды бақылау	7518
1767.	Егенберген Е.Е.	Қазақстанда экологиялық таза өнім өндіруді міндеттеу	7522
1768.	Жанатова А.Е.	Кеден одағындағы теміржол көлігінің сапасын бағалау жүйесі	7524
1769.	Жандилдашева А.Р.	О качестве туристических услуг в Республике Казахстан	7532

1770.	Зарлыкова Г.О.	К вопросу о стандартизации субпродуктов яка	7535
1771.	Зархынбек З.	Аттракциондарды пайдалану кезінде қауіпсіздік талаптарының сақталуын талдау	7537
1772.	Заханова С.Б., Мустафаева А.С., Тілепалды Д.Қ.	ҚР СТ 1288-2016 стандартына сәйкес жол сапасын бағалау технологиясы	7541
1773.	Калиакпарова К.Б.	Метрологиялық бақылаудың заманауи әдістерін енгізудің маңыздылығы	7545
1774.	Қуанышбек А.	Фальсификация товаров как угроза безопасности для потребителей	7548
1775.	Кульдабаева А.Е.	Интеграция стандартов в процессы жизненного цикла продукции: вызовы и решения	7551
1776.	Марат Е.А.	Өнеркәсіптік жүк көтергіш крандарды радиобасқару жүйесіне көшіру	7556
1777.	Нұрат М.Н.	Халал индустрияның ұлттық инфрақұрылымына тиімді механизмді енгізу бойынша талдау және ұсыныстар әзірлеу	7558
1778.	Нұрғазы А.Н.	«E-KTRM» платформасында сертификатсыз тауарларды цифрлық есепке алу	7562
1779.	Нұрман Д.К.	ҚР СТ ISO 45001-2019 стандартының еңбек қауіпсіздігіне әсері: тиімділігін бағалау және оңтайландыру жолдары	7564
1780.	Оразаев М.В.	Актуальные вопросы сертификации товаров и услуг	7568
1781.	Оралханова А.Қ.	Айналысқа шығарылған құрылыс материалдарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету деңгейін айқындау және оны арттыру жөніндегі ұсынымдар әзірлеу	7572
1782.	Орынғалиұлы А., Альжанова А.К.	Методологические подходы к повышению точности измерений теплопроводности и температуропроводности нанокompозитных материалов	7575
1783.	Рамазанова Ә.Б.	Цифрландырудың тау-кен өндірісіндегі сапа мен қауіпсіздікке әсерін талдау	7580
1784.	Рысбек Ж.Қ.	ISO стандарттарына сәйкес керамикалық кірпіш өндірісінің сапасы мен тиімділігін басқару бойынша ұсынымдарды талдау және әзірлеу	7585
1785.	Садықова Ж.Е., Акбердиева А.Б.	Метрологическое обеспечение измерений при синтезе функциональных материалов	7588
1786.	Сағымбекова А.С.	Әртүрлі елдердегі метрологиялық бақылау тәсілдерін салыстырмалы талдау	7592

1787.	Саутова А.К.	ҚР СТ ISO 14001-2016 экологиялық менеджмент жүйесін ұйымдарға енгізудің тиімділігін бағалау	7596
1788.	Серік М.Р., Есеркенов А.Б.	CaSo <sub>4</sub> оптикалық қасиеттерін зерттеуге кешенді көзқарас	7601
1789.	Сисенова Ж.Н.	Химиялық кәсіпорындарында өлшемдерді метрологиялық қамтамасыз етуді жетілдіру жөнінде ұсынымдар әзірлеу	7603
1790.	Сугирова А.А.	ҚР СТ ІЕС 31010-2020 бойынша тәуекелдерді басқарудың негіздері	7607
1791.	Танирбергенова А.	Мемлекеттік бақылаудың цифрлық трансформациясы	7612
1792.	Уразбекова Д.В.	Актуальные вопросы повышения качества транспортной логистики в Казахстане: проблемы и возможности	7615
1793.	Ұлан Н.Н., Рымбекова Д.М.	Материалдардың оптикалық сипаттамаларын өлшеудің метрологиялық қамтамасыз етілуі	7619

**Подсекция 12.4 Электроэнергетика**  
**Электр энергетикасы / Electric power industry**

1794.	Абдимиталипов А.У.	Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях	7621
1795.	Айсаев Е.С.	Внедрение системы мониторинга запасов устойчивости в Западной зоне ЕЭС Казахстана	7625
1796.	Айсанов А.Б.	Анализ параметров изоляции воздушных линий 6-10 кВ на промышленных предприятиях	7632
1797.	Алтынбаев Н., Мухаметжан Е., Ерік Е., Жанмурзен Ж.	Электр тізбегін есептеу әдістерінің даму кезеңдері	7635
1798.	Ахметбаев А.Д.	Расчеты установившихся режимов сложной сети с применением принципов диакоптики	7639
1799.	Бахыт Ә.Қ.	Общая задача об определении «Тормозная система Supress аварийного торможения ветроэнергетической установки на ВЭС Бадамша-1»	7643
1800.	Данекерова Г.Қ.	Хромтау қаласындағы жел электр станциясын салудағы технологиялық ерекшеліктер мен инновациялар	7648
1801.	Дербисалина Д.А., Касимова А.К.	Орташа кернеулі кабель желілерін қолдану ерекшеліктері	7652
1802.	Дошимов К.Ш.	Модель системы «двигатель Стирлинга α-типа – электрогенератор - нагрузка»	7655
1803.	Жарасканова А.Ж.	Электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайландырудың заманауи тәсілдері	7659

1804.	Іргебай А.М.	Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясының шығынын азайту әдістеріне шолу	7665
1805.	Капен Т.А.	Влияние коротких замыканий на работу частотно регулируемых электродвигателей	7668
1806.	Кожаметова Ә.Д., Қалтай Е.А., Маулен Ә.Н., Мухамед Б.	Электроэнергетикалық қауіпсіздік және экология	7673
1807.	Қалдыбаев Д.Т.	«MATLAB-Simulink» көмегімен интеграцияланған жел қондырғысының имитациялық моделін әзірлеу" анықтамасының жалпы міндеті	7678
1808.	Мухаметжан Е., Мұқият Е., Мұратова А., Мырзабеков Ә.	Нөлдік ғимараттардың энергиясы (Zero-energy buildings): үйлер өздерін қалай энергиямен қамтамасыз ете алады	7682
1809.	Өмірбек Ә.Т.	Ұзын электр желілеріндегі ток мөлшеріне климаттық жағдайлар мен күн белсенділігінің әсерін бағалау	7686
1810.	Сарбасов Н.К.	Разработка модели системы накопления энергии на ветровой электрической станции 100 МВт для стабилизации отпускной мощности	7691
1811.	Сериков Е.Б., Русланулы Д.	Оптимальные условия эксплуатации силовых трансформаторов при перегрузках с учетом явления насыщения магнитных сердечников	7695

**Подсекция 12.5 Эксплуатация транспорта и логистика  
Көлікті пайдалану және логистика / Transport operation and logistics**

1812.	Auesbekova M.A., Dukenbayeva G.M.	Strategies for improving logistics company reliability	7700
1813.	Tsoy T.R.	The influence of astronomical factors on satellite navigation systems	7704
1814.	Kulmurzina A., Iskakov D.	The role of transport models in urban mobility management: a case study of Astana with a focus on microscopic simulation	7706
1815.	Nadimov B., Topilskiy R.	UAV-based data collection for transport simulation: potential and practical applications	7711
1816.	Абдильманова А.С.	Будущее грузоперевозок: как альтернативный транспорт меняет экологические стандарты логистики	7715
1817.	Әлімхан А.О., Гаас Р.А.	Повышение эффективности организации дорожного движения на перекрестке улиц Мәңгілік Ел - Достық	7720
1818.	Бадылбаева Д.Б.	Развитие контейнерных перевозок в Республике Казахстан в контексте модернизации транспортно-	7724

		логистических центров	
1819.	Батешов Е.А.	Об отсутствии безпересадочных железнодорожных пассажирских маршрутов с большинства южных областей Казахстана до городов Костанай и Усть-Каменогорск	7727
1820.	Бекмағанбет И.Б.	«ҚТЖ-ЖТ» ЖШС филиалы «Жамбыл ЖТ бөлімшесі» Шығанақ станциясы мен оған жалғасатын жоларалықтарын модернизациялау арқылы теміржол тасымалын оңтайландыру	7731
1821.	Бердәлі Н.Т.	Заманауи қолданыстағы детекторлар	7736
1822.	Дукенбаева Г.М., Ауесбекова М.А.	Роль и объем перевозок транспортных коридоров Казахстана в 2024 году	7741
1823.	Жанботаұлы М.	Халықаралық көлік дәліздерінде көлік-экспедициялық қамтамасыз етуді ұйымдастырудағы кейбір мәселелер	7744
1824.	Жортуғулов О.М.	Заманауи таспалы конвейер	7751
1825.	Жуматаев А.Т.	Заманауи қатпарлы конвейерлер	7754
1826.	Жумағали Ш.Н.	Инновационные подходы к управлению логистическими потоками на международном транспортном коридоре "Север-Юг"	7758
1827.	Жұмағалиева М.Б.	Логистический сервис в пассажирских перевозках: современные технологии и перспективы развития	7762
1828.	Камалов Р.А.	Перспективы и вызовы внедрения искусственного интеллекта в систему электронного документооборота в ТОО «КТЖ-Грузовые перевозки»	7765
1829.	Кенжехан Б.Е., Махмутов Т.Қ.	Моделирование аэродинамических характеристик БПЛА с неподвижным крылом	7772
1830.	Касымбекова А.С.	Экологически-ориентированное управление логистикой автомобильных перевозок на примере Республики Казахстан	7776
1831.	Қанатбекова З.Қ.	Операциялық тиімділікті арттыру үшін кәсіпорындағы ішкі логистикалық процестерді оңтайландыру	7781
1832.	Кулбаракова Ж.А.	«Орал-Алматы» теміржолы бағытында жолаушыларды жедел тасымалдау қызметін ұйымдастыру	7785
1833.	Мазманов К.А.	Digit.ex – платформа по поиску онлайн специалистов	7790
1834.	Медведев В.В.	Анализ традиционных силовых агрегатов с гибридными и перспективы их развития	7794
1835.	Мусинова А.А.	Влияние технологии уполномоченного экономического оператора на транспортно-логистические процессы Казахстана	7798

1836.	Мухтар А.З.	Тұрақты логистиканың болашағы: жасыл технологиялар мен инновациялар	7802
1837.	Өміржан Д.С.	Международный транспортный коридор «Север-Юг»: перспективы и вызовы	7807
1838.	Пулатов М.М., Пулатова М.Ж.	Способы усиления пропускной и провозной способности железнодорожного участка Ангрэн – Пап	7812
1839.	Смагулова А.Е.	Преимущества и вызовы применения технологии Блокчейн в логистике	7815
1840.	Серикова Д.Б.	Көлік-логистика саласындағы цифрлық экожүйелерді қалыптастыру және дамыту. (Қазақстандық логистикалық кәсіпорындар мысалында)	7820
1841.	Солод А.И.	Повышение безопасности движения на основе применения кольцевых пересечений	7826
1842.	Темирханұлы Т.	Повышение качества транспортного обслуживания пассажиров	7829
1843.	Тохиров О.З., Рустамжонов Б.Э.	Определение количества приемо-отправочных путей железнодорожной грузовой станции «К» в условиях увеличения объемов перевозок	7833
1844.	Шаймардан Д.Т.	Қойма логистикасындағы заманауи ақпараттық технологиялар	7836
1845.	Шүрекен Д.А., Алтаев Н.С.	Цифрлық трансформация жағдайында логистикалық процестерді оңтайландыру	7839

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 13 ОБРАЗОВАНИЕ

#### ПОДСЕКЦИЯ 13.1 ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ

1846.	<b>Abdushukurova Zh. F., Aripbek S. B.</b>	Is multilingualism making us more emotionally intelligent? A cognitive science perspective	7844
1847.	<b>Akhan A., Berdibay D.</b>	Six levels of thinking: applying bloom's taxonomy in education	7846
1848.	<b>Akim A.</b>	Digital tools in language learning:	7848

3. Smith P.W. Transient electronics: Pulsed circuit technology. – Chichester: John Wiley & Sons, 2002.
4. Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1989.
5. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 3. — 4-е изд. — С-Пб.: Питер, 2003.
6. Чалмерс Дж. А. Атмосферное электричество: Пер. с англ. – Ленинград, 1974.
7. Имянитов И.М. Приборы и методы для изучения электричества атмосферы (гл. 7). – Москва, 1957.
8. Имянитов И.М., Чубарина Е.В., Шварц Я.М. Электричество облаков. – Ленинград, 1971.

УДК 621.311

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ 100 МВт ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ОТПУСКНОЙ МОЩНОСТИ

<sup>1</sup>Сарбасов Нурболат Куандыкович

[nsarbasov@bk.ru](mailto:nsarbasov@bk.ru)

Магистрант 1 курса образовательной программы «7М07118 - Электроэнергетика»,  
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан  
Ғылыми жетекшісі - Б.А. Жакишев

Аннотация. В данном докладе рассматривается разработка модели системы накопления электрической энергии (СНЭ) для ветровой электростанции (ВЭС) мощностью 100 МВт. Представлен анализ различных технологий накопления энергии, рассмотрены математические модели управления зарядом и разрядом накопителя, а также проведены расчеты параметров системы. Приведены результаты моделирования эффективности внедрения СНЭ для стабилизации мощности ВЭС.

Ключевые слова: ветровая энергетика, накопители энергии, стабилизация мощности, моделирование, возобновляемые источники энергии.

Введение. Возобновляемые источники энергии, такие как ветровые электростанции, обладают высокой степенью переменности выработки мощности. Это создает проблемы интеграции их в энергосистему. Использование СНЭ позволяет сглаживать колебания и обеспечивать более предсказуемый отпуск мощности. В докладе предложена модель СНЭ, интегрируемой в ВЭС, с целью повышения стабильности и надежности поставок электроэнергии.

*Выбор технологии накопления энергии*

Среди основных технологий накопления энергии можно выделить:

- Литий-ионные аккумуляторные батареи
- Суперконденсаторы
- Гидроаккумулирующие станции
- Водородные накопители
- Криогенные системы хранения энергии

Таблица №1. Сравнение технологий накопления энергии

Тип накопителя	Энергетическая плотность (Вт·ч/кг)	Эффективность (%)	Время отклика	Стоимость (\$/кВт·ч)	Срок службы (лет)
Литий-ионные батареи	100-265	85-95	Миллисекунды – секунды	137-339	10-15

Суперконденсаторы	5-10	95-98	Миллисекунды	10 000+	15-20
Гидроаккумулирующие станции	0.5-1.5	70-85	Минуты – часы	50-200	40-60
Водородные накопители	30-50	40-60	Минуты – часы	200-500	20-30
Криогенные системы	50-100	50-70	Минуты – часы	100-300	20-30

Анализ преимуществ и недостатков:

- Литий-ионные батареи: Высокая эффективность и быстрая реакция, но ограниченный срок службы и высокая стоимость.
- Суперконденсаторы: Очень быстрый отклик и долговечность, но низкая плотность энергии.
- Гидроаккумулирующие станции: Высокая долговечность и крупные мощности, но требуют подходящего рельефа и крупных инвестиций.
- Водородные накопители: Перспективное долгосрочное решение, но сравнительно низкая эффективность и высокая стоимость производства водорода.
- Криогенные системы: Хороший баланс между стоимостью и емкостью, но сложность технологий ограничивает массовое внедрение.

Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и ограничения, однако для задач ВЭС наиболее перспективными являются литий-ионные аккумуляторы благодаря их высокой эффективности и быстрому времени отклика.

Сравнительный анализ моделей СНЭ в MATLAB и Digsilent PowerFactory представлен на таблице №2.

Таблица №2. Сравнение моделей СНЭ в MATLAB и Digsilent PowerFactory

Параметр	MATLAB/Simulink	Digsilent PowerFactory
Тип моделирования	Имитационное, дискретное	Электроэнергетическое, временные и частотные анализы
Возможности анализа	Подробное моделирование процессов управления	Анализ влияния СНЭ на энергосистему
Скорость расчета	Высокая при малых системах, уменьшается с ростом сложности	Оптимизирован для крупных энергосистем
Визуализация	Графический интерфейс, удобный для анализа процессов	Гибкая среда для работы с энергосистемами
Основные сценарии	Динамическое управление, оптимизация работы СНЭ	Влияние СНЭ на параметры сети и надежность

Таким образом, выбор инструмента зависит от целей моделирования: для детального динамического управления и оптимизации лучше использовать MATLAB/Simulink, а для анализа влияния на крупные энергосистемы – Digsilent PowerFactory.

#### 1. Математические модели СНЭ

Для управления зарядом и разрядом СНЭ на ветровой электростанции применяются различные математические модели. Рассмотрим основные подходы.

##### 1.1 Линейная модель управления зарядом-разрядом

Линейная модель задает динамику заряда и разряда в виде дифференциального уравнения [1]:

$$\frac{dE(t)}{dt} = P_{in}(t) \cdot \eta_{charge} - P_{out}(t) / \eta_{discharge}$$

где:

$E(t)$  – запасенная энергия в накопителе,  
 $P_{in}(t)$  – мощность заряда,  
 $P_{out}(t)$  – мощность разряда,  
 $\eta_{charge}, \eta_{discharge}$  – КПД зарядки и разрядки.

Ограничения:

$$\begin{aligned}
 0 &\leq E(t) \leq E_{max} \\
 0 &\leq P_{out}(t) \leq P_{max,discharge} \\
 0 &\leq P_{in}(t) \leq P_{max,charge}
 \end{aligned}$$

1.2 Стохастическая модель с прогнозированием генерации

С учетом неопределенности ветровой генерации используется метод стохастического управления [1]:

$$\min \sum_t ((P_{grid}(t) - P_{target}(t))^2 + \lambda \cdot C(E(t)))$$

где:

$P_{grid}(t)$  – выдаваемая мощность в сеть,  
 $P_{target}(t)$  – целевое значение мощности,  
 $C(E(t))$  – стоимость потерь на накопление,  
 $\lambda$  – коэффициент штрафа за отклонение.

1.3 Модель на основе управления по состоянию заряда (SOC)

Эта модель учитывает пределы заряда и разряда [1] [2]:

$$SOC(t) = \frac{E(t)}{E_{max}}$$

Принимаются следующие управляющие условия:

$$\begin{cases}
 P_{in}(t) = P_{excess}(t), & \text{если } SOC(t) < SOC_{max} \\
 P_{out}(t) = P_{deficit}(t), & \text{если } SOC(t) > SOC_{min} \\
 P_{in}(t) = 0, & \text{если } SOC(t) \geq SOC_{max} \\
 P_{out}(t) = 0, & \text{если } SOC(t) \leq SOC_{min}
 \end{cases}$$

1.4 Оптимизационная модель на основе теории управления

Используется метод управления на основе оптимального распределения мощности [1][3]:

$$\max \sum_t (P_{grid}(t) - P_{fluctuation}(t))$$

с ограничениями:

$$\begin{aligned}
 P_{grid}(t) &= P_{wind}(t) + P_{storage}(t) \\
 P_{storage}(t) &= -P_{fluctuation}(t)
 \end{aligned}$$

2. Моделирование управления зарядом и разрядом накопителя на ВЭС в MATLAB

В программном обеспечении MATLAB смоделировано управление зарядом и разрядом накопителя на ВЭС, в котором реализована Модель управления по SOC (State of Charge), линейная модель заряда-разряда и стохастическая модель с прогнозированием генерации. Модель включать основные параметры накопителя, ветровую генерацию и алгоритмы управления.

Пояснения:

- Целевая мощность (net\_target):

Установлена равной 70 МВт, что означает, что алгоритм управления будет стремиться к тому, чтобы суммарный выход (ветровая генерация плюс мощность, предоставляемая накопителем) был 70 МВт.

- Мощность накопителя ( $ess\_power$ ):
- Вычисляется как разница между целевым значением 70 МВт и фактической ветровой генерацией. Если ветровая генерация выше 70 МВт, накопитель принимает энергию (зарядка, отрицательное значение); если ниже – отдает энергию (разрядка, положительное значение).
- Ограничения:  
Мощность накопителя ограничена модулем 50 МВт, а изменение состояния заряда учитывается с учетом КПД зарядки/разрядки и общей емкости накопителя (50 МВт·ч).

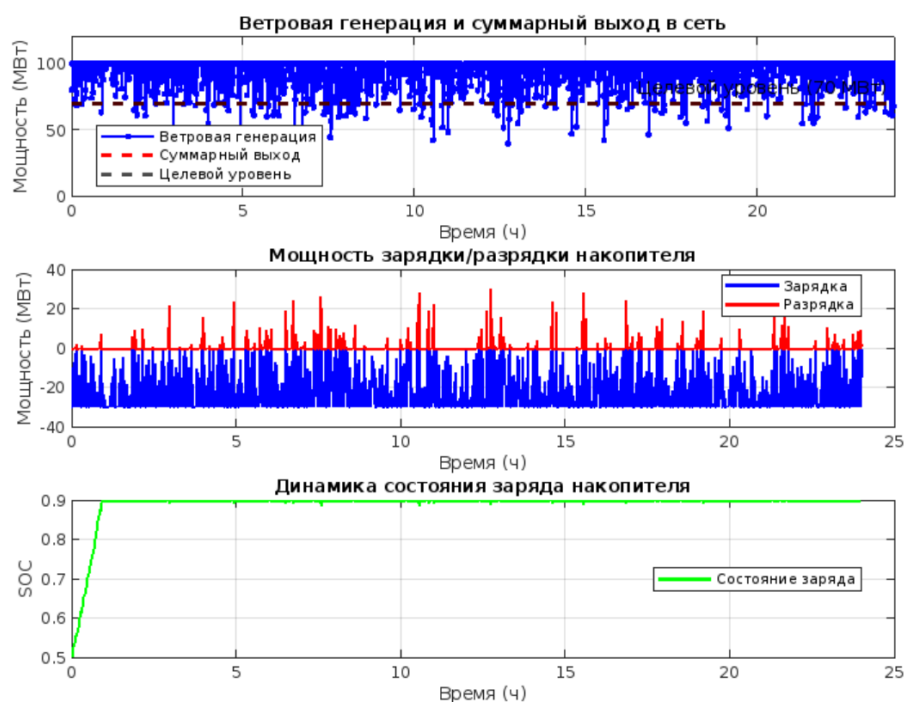


Рисунок 1. Первый график показывает ветровую генерацию и суммарный выход в сеть, второй – мощность зарядки/разрядки накопителя, третий – динамику изменения состояния заряда (SOC). Эта модель демонстрирует, как накопитель может использоваться для стабилизации выхода в сеть до заданного уровня (70 МВт), несмотря на колебания вырабатываемой мощности ветровой установки.

Эта модель демонстрирует, как накопитель может использоваться для стабилизации выхода в сеть до заданного уровня (70 МВт), несмотря на колебания вырабатываемой мощности ветровой установки.

**Выводы.** В заключении можно отметить, что разработанная модель системы накопления энергии для ветровой электростанции мощностью 100 МВт продемонстрировала возможность эффективного сглаживания колебаний вырабатываемой мощности. Реализованная стратегия управления, основанная на состоянии заряда (SOC), линейной модели заряда-разряда и стохастическом прогнозировании генерации, позволила обеспечить стабильность отпускной мощности, оптимизировать использование возобновляемых источников, создать основу для дальнейших исследований.

Таким образом, представленная модель является важным инструментом для анализа и оптимизации работы систем накопления энергии на ВЭС, способствуя более стабильной и надежной работе современной энергосистемы.

#### Список использованных источников

1. Hosseini S. H., Zolghadri M. R. "Battery Energy Storage System for Wind Power Smoothing", IEEE Transactions on Sustainable Energy, 2016.
2. K. Divya, J. Østergaard, "Battery energy storage technology for power systems—An overview", Electric Power Systems Research, 2009.
3. Bevrani, H. "Robust Power System Frequency Control", Springer, 2009.
4. Иванов И. И., Петров А. П. Моделирование систем накопления энергии для стабилизации ветровых электростанций // Электротехника и автоматика. – 2019. – С. 23–34.
5. Кузнецов В. С. Системы накопления энергии: теория и практика. – М.: Энергия, 2017.
6. IEEE Standard 1547-2018. IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces. – IEEE, 2018.
7. Bevrani, H. Robust Power System Frequency Control. – Springer, 2009.
8. The MathWorks Inc. MATLAB® и Simulink® для моделирования динамических систем. – Ред. 2020.
9. Hosseini S. H., Zolghadri M. R. Battery energy storage system for wind power smoothing // IEEE Transactions on Sustainable Energy. – 2016. – Vol. 7, No. 2, pp. 620–628.
10. Digsilent GmbH. Digsilent PowerFactory: User Manual. – 2020.
11. Abdul Wahab A. S. M. et al. Integration of Wind Power with Battery Energy Storage System for Power Smoothing // Renewable Energy. – 2015. – Vol. 75, pp. 277–286.

УДК 621.321

### ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ С УЧЕТОМ ЯВЛЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ МАГНИТНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

Сериков Ермахан Быржанович, Дархан Русланулы

[Ermakhan.serik@gmail.com](mailto:Ermakhan.serik@gmail.com)

Магистранты 1 и 2 курса кафедры «Электроэнергетика» транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Введение. Силовые трансформаторы являются важными элементами в инфраструктуре энергетических систем, они выполняют преобразование электрической энергии между различными уровнями напряжения. Однако, несмотря на высокую степень надежности и долговечности современных трансформаторов, их эксплуатация в условиях перегрузок представляет собой одну из ключевых проблем, требующих особого внимания [1, 2].

Перегрузка трансформатора, особенно длительная или частая, может приводить к значительному ухудшению его эксплуатационных характеристик. Одним из наиболее важных аспектов является повышение температуры устройства, которое вызывает перегрев изоляции и элементов конструкции, что, в свою очередь, сокращает срок службы трансформатора. Важным фактором, влияющим на эффективность работы трансформатора при перегрузках, является явление насыщения магнитного сердечника. Насыщение сердечника происходит, когда магнитный поток достигает максимального значения, и