

# Индустрия 4.0

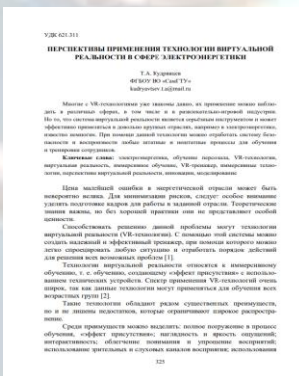
в электроэнергетике,  
современное состояние и  
перспективы развития



Четвертая индустриальная революция, или индустрия 4.0, — переход бизнес-процессов на автоматизированное цифровое производство, которым управляет не человек, а искусственный интеллект. И все это — в режиме 24/7. Термин [ввел в обиход](#) в 2016 году основатель Всемирного экономического форума в Давосе Клаус Шваб в книге «Технологии Четвертой промышленной революции». Говоря простым языком, совсем

скоро наша жизнь, работа, путешествия и шопинг не будут прежними. Энергетика, как и все остальные сферы, тоже меняется. Какие плюсы и минусы принесет индустрия 4.0?

«Умные сети» Как можно меньше влияния человеческого фактора и как можно больше умных устройств, которые не просто работают сами, но и сами себя контролируют, связываются между собой, сообщают о возможной поломке или дефекте — один из признаков индустрии 4.0. Называется это «интернетом вещей». Быстрее всего «умнеет» распределенная генерация, то есть близкая к потребителям.



**Кудрявцев, Т. А.** Перспективы применения технологии виртуальной реальности в сфере электроэнергетики / Т. А. Кудрявцев // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 325-327. – EDN TVYDEA. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48206195> Многие с VR-технологиями уже знакомы давно, их применение можно наблюдать в различных сферах, в том числе и в развлекательно-игровой

индустрии. Но то, что система виртуальной реальности является серьезным инструментом и может эффективно применяться в довольно крупных отраслях, например в электроэнергетике, известно немногим. При помощи данной технологии можно отработать систему безопасности и воспроизвести любые штатные и нештатные процессы для обучения и тренировки сотрудников.

## Гибридные установки – спасение для северных районов



Энергопереход, то есть переход на зеленую энергетику, еще больше ускоряет трансформацию этой сферы. В России важным ВИЭ-трендом становится распространение в изолированных и труднодоступных районах автономных гибридных энергокомплексов. Они объединяют зеленую генерацию – как правило, это солнечные панели с дизельными генераторами и системой хранения энергии. И самое главное – работают они без участия человека.



**Ашуров У.Г., Гумерова Г.И.** Виртуальная электростанция: модели функционирования, мировой опыт, эффекты внедрения // Инновации и инвестиции. 2021. №4. URL:

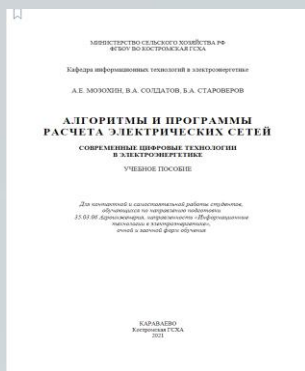
<https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-elektrostantsiya-modeli-funktsionirovaniya-mirovoy-opyt-effekty-vnedreniya>

Идея виртуальной электростанции (ВЭС) является инновационной технологией в сфере энергетики и потому, вызывает большое количество вопросов и споров вокруг себя. Разработка ВЭС направлена на решение таких задач в энергетике, как оптимизация, гибкость, интеграция и стабилизация. ВЭС должна стать той инновационной технологией, которая будет выгодна для всех, как для потребителей, так и для других участников энергосистемы, особенно в условиях перехода экономики к Индустрии 4.0. В статье рассматривается перспектива использования виртуальных электростанций, как одного из наиболее инновационных способов управления предприятиями по производству электроэнергии. В рамках исследования проанализированы основные модели функционирования, мировой опыт внедрения данной технологии, а также, перспектива использования виртуальных электростанций в России.

**Демидова, Е. В.** Энергетическая безопасность: вызовы, риски, перспективы обеспечения: монография / Е. В. Демидова, В. В. Авилова. — Казань: КНИТУ, 2018. — 188 с. — ISBN 978-5-7882-2556-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166315> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Рассмотрены важнейшие проблемы и перспективы развития мирового природно-ресурсного потенциала, влияния его распределения на экономическую и энергетическую безопасность мира и России. Проанализированы важнейшие аспекты и направления повышения топливно-энергетической безопасности нашей страны.





**Мозохин, А. Е.** Алгоритмы и программы расчета электрических сетей. Современные цифровые технологии в электроэнергетике: учебное пособие / А. Е. Мозохин, В. А. Солдатов, Б. А. Староверов. — пос. Караваево: КГСХА, 2021. — 128 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/252266> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

В издании содержатся основные сведения о текущей и перспективной ситуаций с внедрением цифровых технологий в электроэнергетическом комплексе, актуальных вопросах цифровой трансформации; современных технологиях и цифровой инфраструктуры, информационного взаимодействия. объектов электросетевого комплекса, понятиях «Цифровая подстанция», «Цифровой район электрических сетей», «Интеллектуальный учет электроэнергии», «Накопители электроэнергии», «Единый диспетчерский центр управления сетями», риск-ориентированном- управлении. Даны вопросы для аудиторного и самостоятельного изучения. Учебное пособие предназначено для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия, направленность: Информационные технологии в электроэнергетике, очной и заочной форм обучения. Также пособие предназначено для студентов бакалавриата, уровня магистратуры и аспирантов по направлениям подготовки, связанными с управлением в технических системах, автоматизацией и управлением технологических процессов и производств.

**Энергетика. Технологии будущего:** Сборник трудов III научно-технической конференции студентов, Москва, 20–22 мая 2020 года. — Москва: Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (Издательство ФГБОУ ВПО "НИУ "МЭИ"), 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-7046-2340-3. — EDN AZVVG. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43862190>

Доклады студентов, помещенные в настоящий сборник, отражают выполненные ими исследования в таких областях развития энергетики, как газовая и угольная генерация; атомная энергетика; ветро-, гидро-, петро-термальная и солнечная генерация; распределенная генерация; современные технологии передачи и распределения тепловой и электрической энергии; конечное потребление энергии; аккумулирование энергии; цифровизация электроэнергетики, а также технологии индустрии 4.0. Большинство исследований было выполнено студентами под руководством сотрудников из числа научного и профессорско-преподавательского штата НИУ «МЭИ» в рамках первой очереди Программы научных исследований «Энергетика» на 2019-2024 годы. Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники. В отдельных случаях в авторские оригиналы внесены изменения технического характера.



## BigData

Информации становится все больше, и не только мы устаем и неэффективно работаем от ее переизбытка. Анализ больших объемов данных, или *bigdata*, глубоко проник в госуправление, промышленность, медицину, банковский сектор, и энергетика — не исключение. Терабайты информации обрабатываются с помощью машинного обучения. В энергетике это параметры работы оборудования и автоматики на объектах генерации и транспортировки энергии, например, параметры давления, температуры теплоносителя, расхода газа при сжигании в котле. Если какие-то характеристики отклоняются от нормы, то система сама сообщает об этом.



**Быкова, Н. В.** Тренды электроэнергетики в рамках Индустрии 4.0 / Н. В. Быкова, М. С. Калинина // Актуальные вопросы инновационного развития Арктического региона РФ: Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции, Северодвинск, 14–30 ноября 2022 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова». – Северодвинск: Северный (Арктический) федеральный университет

имени М.В. Ломоносова, 2023. – С. 284-288. – EDN OTBHZL. URL:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=50221923>

В данной статье рассмотрено понятие Индустрии 4.0, определены её основные тренды. Выделены основные направления развития электроэнергетической области с учетом вызовов Индустрии 4.0.

## Виртуальная и дополненная реальность



VR и AR — технологии виртуальной и дополненной реальности — уже давно не только про видеоигры. Сегодня на них активно учатся молодые специалисты, в том числе инженеры и энергетики. Обучающие программы на основе этих инструментов внедряют все больше компаний, которые занимаются генерацией и передачей энергии. Например, VR-очки наряду со стандартными тренажерами уже используют

в обучении операторов котельных или инженеров.

**Цифровизация инженерной деятельности в электроэнергетике:**  
учебное пособие / Н. Д. Наракидзе, А. М. Ланкин, М. В. Ланкин [и др.]. — Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2022. — 100 с. — ISBN 978-5-9997-0803-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292253> —  
Режим доступа: для авториз. пользователей.

В пособии представлены основные этапы четырех промышленных революций. Описано влияние четвертой промышленной революции на цифровизацию в промышленности и экономике. Приведены

базовые цифровые технологии. Рассмотрены основные системы автоматизации в электроэнергетике, протоколы и каналы передачи данных. Представлено описание лабораторных работ в среде разработки программ LabVIEW. Предназначено для студентов направления «Электроэнергетика и электротехника», «Электроника и нанoeлектроника». Может быть полезно студентам родственных направлений, а также аспирантам и специалистам в области цифровых технологий.



### *Плюсы и минусы*

Безусловно, главным плюсом перехода на искусственный интеллект станет сокращение рабочих мест. Согласно прогнозу McKinsey, к 2030 году примерно 400 миллионов человек могут остаться без работы, это 14% рабочей силы. Их заменят роботы и программы. Вместе с тем громкое слово «цифровизация» сегодня почти равно выживанию, или конкурентоспособности. Без новых технологий управлять энергосистемами и вести энергетику в будущее будет просто невозможно. Надежность и эффективность производства энергии — главные преимущества, которые дает «оцифровка» бизнес-процессов. Именно они двигают эту отрасль вперед, делают энергию доступнее для людей, а наши города — безопаснее, чище и комфортнее.



**Акционерное общество «системный оператор единой энергетической системы».** Цифровая платформа электроэнергетики России. П.М. Ерохин советник директора, Ю.А. Куликов ведущий эксперт. Цифровая энергетика — понятие сложное. Даже внутри Минэнерго есть разные мнения о том, как его понимать, признал директор Департамента оперативного контроля и управления в электроэнергетике Минэнерго Евгений Грабчак в интервью в феврале этого года.

[https://fondsmena.ru/media/EGM\\_publicationfiles\\_Article/Презентация\\_к\\_докладу\\_-  
\\_Ерохин\\_П.М.\\_Куликов\\_Ю.А.pdf](https://fondsmena.ru/media/EGM_publicationfiles_Article/Презентация_к_докладу_-_Ерохин_П.М._Куликов_Ю.А.pdf)

**Армашова-Тельник, Г. С.** Анализ ключевых аспектов цифровизации в электроэнергетической отрасли / Г. С. Армашова-Тельник, П. Н. Соколова // Завалишинские чтения 20: Сборник докладов, Санкт-Петербург, 15–18 апреля 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2020. – С. 301-305. – DOI 10.31799/978-5-8088-1446-2-2020-15-301-305. – EDN MDZZZP. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43946895>



Рассматривается Индустрия 4.0, которая является ведущей в мире концепцией электроэнергетического развития, предполагающей использование широкого спектра передовых цифровых технологий и полную автоматизацию производства. С методологической точки зрения авторы рассматривают «цифровизацию производства» в трех аспектах: применение цифровых технологий в традиционной электроэнергетике; стремительное развитие цифрового сектора экономики; появление новых возможностей для развития человеческого потенциала. При таком подходе в исследовании систематизируются технологические изменения и экономические модели, имеющие решающее значение для энергетического развития.



### **Вызовы Индустрии 4.0 и необходимость новых ответов.**

Вводная часть - цифровизация и индустрия 4.0. Индустрия 4.0 в контексте глобального развития. Человеческие ресурсы во времена преобразований в промышленности. Отраслевые варианты для индустрии 4.0. Текущие и будущие воздействия индустрии 4.0 на деятельность и мероприятия профсоюзов. Права работников и профсоюзов. Справедливый переход. С 1900-х гг. промышленное производство изменяется благодаря технологическим инновациям. И хотя это общеизвестно, в последние годы цифровизация широко обсуждалась компаниями и правительствами как новая

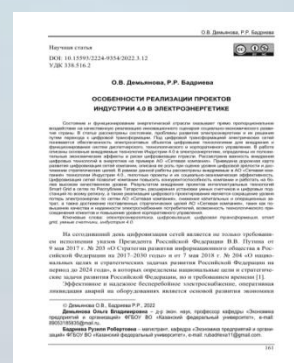
трансформация знакомого нам производства. Совсем недавно термины «Индустрия 4.0», или «Четвертая промышленная революция», использовались почти как синонимы.

[https://www.industrialunion.org/sites/default/files/uploads/documents/2017/SWITZERLAND/Industry4point0Conf/industry\\_4\\_rus.pdf](https://www.industrialunion.org/sites/default/files/uploads/documents/2017/SWITZERLAND/Industry4point0Conf/industry_4_rus.pdf)

**Демьянова О.В., Бадриева Р.Р.** Особенности реализации проектов индустрии 4.0 в электроэнергетике // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-realizatsii-proektov-industrii-4-0-v-elektroenergetike>

Состояние и функционирование энергетической отрасли оказывает прямо пропорциональное воздействие на качественную реализацию инновационного сценария социально-экономического развития страны. В статье рассмотрены состояние, проблемы развития электроэнергетики и их

решения путем перехода к цифровой трансформации. Под цифровой



трансформацией электрических сетей понимается обеспеченность электросетевых объектов цифровыми технологиями для внедрения и функционирования систем диспетчерского, технологического и корпоративного управления. В работе описаны основные внедряемые технологии Индустрии 4.0 в электроэнергетике, определены их положительные экономические эффекты и риски цифровизации отрасли. Рассмотрена важность внедрения цифровых технологий в энергетике на примере АО «Сетевая компания». Приведена дорожная карта развития цифровизация сетей компании, описана ее роль при оценке уровня цифровой зрелости и достижении стратегических целей. В рамках данной работы рассмотрены внедряемые в АО «Сетевая компания» технологии Индустрии 4.0., пилотные проекты и их социально-экономическая эффективность. Цифровизация сетей позволит компании повысить конкурентоспособность компании и работать на более высоком качественном уровне. Результатом внедрения проектов интеллектуальных технологий SmartGrid в сетях по Республике Татарстан, расширения установки умных счетчиков и цифровых подстанций по всему региону, а также реализация цифрового проектирования является сокращение уровня потерь электроэнергии по сетям АО «Сетевая компания», снижения капитальных и операционных затрат, а также достижение поставленных стратегических целей АО «Сетевая компания», таких как повышение качества и надежности электроснабжения потребителей, возможность технологического присоединения клиентов и повышение уровня корпоративного управления.

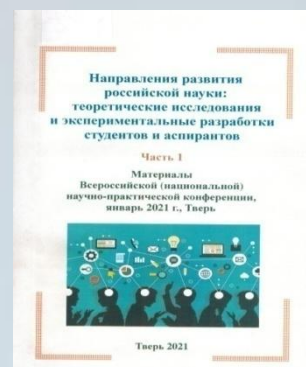


**Гибадуллин А. А.** Модели устойчивого функционирования и развития электроэнергетической отрасли // Вестник ЧелГУ. 2019. №3 (425). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-ustoychivogo-funktsionirovaniya-i-razvitiya-elektroenergeticheskoy-otrasli> Статья посвящена вопросам формирования модели обеспечения устойчивого функционирования и развития электроэнергетической отрасли. В рамках исследования проанализирован российский электроэнергетический комплекс. Анализ состояния электроэнергетического комплекса, который включил

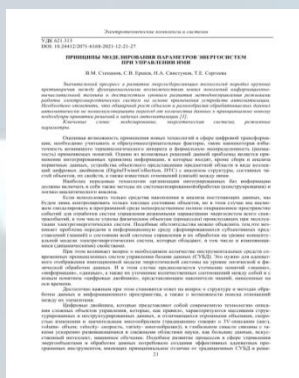
оценку показателей технико-технологической и финансовой устойчивости электроэнергетического комплекса, позволил сделать вывод, что используемое энергетическое оборудование морально и физически устарело, а привлекаемые объемы инвестиционных ресурсов не позволяют провести политику по обновлению и модернизации производственных мощностей. Предложена модель обеспечения устойчивости электроэнергетического комплекса, которая содержит направления по устойчивому функционированию и развитию электроэнергетики и основана на механизмах в области воспроизводства основных средств электроэнергетического комплекса, развития экспортного потенциала и формирования политики финансовой устойчивости энергетических предприятий.



**Епишкин, И. И.** Внедрение концепции «Индустрии 4.0» в ситуационно-аналитическом обеспечении электроэнергетики / И. И. Епишкин // Направления развития российской науки: теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 10–31 января 2021 года / Под редакцией Т.Б. Новиченковой. Том Часть 1. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2021. – С. 48-51. – EDN TJFPIO. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46813629>



В статье рассматривается обобщенная дорожная карта внедрения технологий «Индустрии 4.0» в ситуационно-аналитическое обеспечение электроэнергетики. Приводятся базовые характеристики этапов данного внедрения, а также обозначаются ключевые требования к результатам их реализации.



**Степанов В. М., Ершов С. В., Свистунов Н. А., Сергеева Т. Е.**

Принципы моделирования параметров энергосистем при управлении ими // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-modelirovaniya-parametrov-energosisistem-pri-upravlenii-imi>

Значительный прогресс в развитии энергосберегающих технологий породил крупные противоречия между функциональными возможностями новых поколений информационно-вычислительной техники и достигнутым уровнем развития методов управления режимами работы электроэнергетических систем на основе применения устройств автоматизации. Необходимо отметить, что обширный рост объемов и разнообразия обрабатываемых данных автоматически не позволил совершить переход от количества данных к принципиально новому подходу при принятии решений в задачах автоматизации.

**Электроэнергетика 4.0: перейти на цифру.** Тенденции развития энергосистем в мире вынуждают их к «цифровому переходу» — принципиальной смене внутренней архитектуры и управления. В России единая энергосистема пока не нуждается в глобальной трансформации, однако растущая неэффективность электроэнергетики становится сдерживающим фактором для развития экономики. Цифровизация — актуальная тенденция для повышения эффективности работы отраслей, включая энергетическую. О чем идет речь, когда говорят о цифровизации электроэнергетики России? [https://www.so-ups.ru/uploads/media/rvk\\_020818.pdf](https://www.so-ups.ru/uploads/media/rvk_020818.pdf)



**Благодарим за внимание и желаем вам дальнейшие плодотворной работы и новых идей**

**НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА ФГБОУ ВО «КГТА ИМ.  
ДЕГТЯРЕВА»**

**Телефон: 8(49232) 6-96-00, доб. 128**

**Адрес эл. почты: [ntb @ dksta.ru](mailto:ntb@dksta.ru)**

**Страница НТБ на официальном сайте «КГТА им. В.А. Дегтярева»:  
[dksta.ru/biblio](http://dksta.ru/biblio)**

**ВКонтакте: <https://vk.com/b.kgta>**

Виртуальную выставку подготовила библиотекарь 2 категории Логинова Ю. А.

15.05.2023 г.

При создании виртуальной выставки использовались материалы из свободного доступа сети Интернет:

[https://www.so-ups.ru/uploads/media/rvk\\_020818.pdf](https://www.so-ups.ru/uploads/media/rvk_020818.pdf)

[https://www.industriall-union.org/sites/default/files/uploads/documents/2017/SWITZERLAND/Industry4point0Conf/industry\\_4\\_rus.pdf](https://www.industriall-union.org/sites/default/files/uploads/documents/2017/SWITZERLAND/Industry4point0Conf/industry_4_rus.pdf)

[https://fondsmena.ru/media/EGM\\_publicationfiles\\_Article/Презентация\\_к\\_докладу\\_-\\_Ерохин\\_П.М.\\_Куликов\\_Ю.А.pdf](https://fondsmena.ru/media/EGM_publicationfiles_Article/Презентация_к_докладу_-_Ерохин_П.М._Куликов_Ю.А.pdf)

<https://www.myenergy.ru/innovation/2023/pereiti-na-cifru-cto-dast-ehnergetike-industrija-40>