



МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021»
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Материалы конференции

1

ISBN 978-5-6046580-6-2



9 785604 658062



ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»
АО «Системный оператор Единой энергетической системы»
Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания
Единой энергетической системы»
Российский национальный комитет международного совета по большим
электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ)
Благотворительный фонд «Надежная смена»

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань
2021

УДК 620.9
ББК 31.3
Т42

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВО «СамГТУ»
доц. А.С. Ведерников;

д-р техн. наук, проректор по НР ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
А.Г. Арзамасова

Т42 **Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация».** В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. Междунар. молод. науч. конф. (Казань, 28–30 апреля 2021 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – 559 с.

ISBN 978-5-6046580-6-2 (т. 1)

ISBN 978-5-6046580-3-1

Опубликованы материалы Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области электроэнергетики и электроники по следующим научным направлениям: электроэнергетические системы и сети, надежность, диагностика; электроснабжение; промышленная электроника и светотехника, электрические и электронные аппараты; перспективные материалы и направления развития физики, химии, математики и материаловедения; электротехнические комплексы и системы; энергоэффективность и энергобезопасность производства; системная автоматика, релейная защита и противоаварийное управление в электроэнергетических системах; инженерная защита окружающей среды и безопасность труда на производстве; возобновляемые источники энергии и безопасность; контроль, автоматизация и диагностика электроустановок электрических станций и подстанций.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 620.9
ББК 31.3

ISBN 978-5-6046580-6-2 (т. 1)

ISBN 978-5-6046580-3-1

© КГЭУ, 2021

Оформление ООО ПК «Астор и Я», 2021

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

П.А. Корнева
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
korpolik.ru@gmail.com
Науч. рук. А.Р. Денисова

Рассматриваются способы определения энергоэффективности жилых помещений, их энергоаудит и решения по повышению энергосбережения.

Ключевые слова: энергоэффективность, класс энергоэффективности, энергоаудит.

В настоящее время в стране и мире прослеживается тенденция повышения внимания к вопросам энергоэффективности.

Энергоэффективность – это совокупность комплекса мер по повышению организационных, экономических и технологических показателей рационального использования энергетических ресурсов в промышленной, бытовой и научно-технической областях. На практике энергоэффективность выражается в снижении потребляемого количества ресурсов необходимых для поддержания того же уровня энергетического обеспечения строений и технологических процессов.

Специалистами в области электроэнергетики [1, 2] поднимаются вопросы энергосбережения не только промышленных производств, но и энергоаудита и энергосбережения жилых помещений.

Под понятием энергоэффективности жилых помещений понимается отношение полученного значения эффективности при рациональном использовании разнообразных энергетических ресурсов, применяемых на конкретном объекте к их непосредственному расходу. Расчёт энергоэффективности осуществляется по формуле:

$$\Delta = \frac{q - q_{\text{баз}}}{q_{\text{баз}}} \cdot 100 \%,$$

где Δ – величина отклонения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня; q – значение фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов; $q_{\text{баз}}$ – значение нормируемого базового уровня удельного годового расхода энергетических ресурсов.

Характеристикой энергоэффективности зданий является класс энергоэффективности, который демонстрирует, насколько эффективно сооружение расходует ресурсы. В России выделяют следующие классы энергоэффективности: *A++*, *A+*, *A*, *B+*, *B*, *C+*, *C*, *C-*, *D*, *E* (*A++* – наивысший, *E* – низший).

Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации» [3], класс энергетической эффективности здания или помещения устанавливается Центром энергоэффективности на основании результатов энергоаудита, исходя из величины отклонения фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня. В таблице представлена градация классов энергоэффективности в зависимости от величины отклонения.

Классы энергетической эффективности

Обозначение класса энергетической эффективности	Наименование класса энергетической эффективности	Величина отклонения фактического удельного годового расхода энерг. ресурсов от базового уровня Δ , %
<i>A++</i>	Близкий к нулевому	-90 и менее
<i>A+</i>	Высочайший	от -70 до -90
<i>A</i>	Очень высокий	от -50 до -70
<i>B</i>	Высокий	от -30 до -50
<i>C</i>	Повышенный	от -15 до -30
<i>D</i>	Нормальный	от 0 до -15

Рассматривая пример, где многоквартирному дому был присвоен высокий класс энергоэффективности (от *A++* до *B*), согласно [3], затраты жителей на оплату коммунальных услуг снижаются. Также такие дома меньше загрязняют экологию, чем строения с низким классом энергоэффективности. Поэтому для зданий, имеющих высокий и очень высокий классы энергоэффективности действующим законодательством предусмотрено освобождение собственников зданий от имущественного налога на первые три года нахождения здания в собственности.

Согласно упомянутому закону [3], уже введенные в эксплуатацию здания могут иметь класс *D* и требуют утепление или модернизацию. Новые же здания, в том числе реконструируемые, должны иметь класс энергоэффективности не ниже *C*.

Из этого следует, что повышение энергоэффективности зданий основывается на обеспечении максимально экономичного расхода ряда энергоресурсов: электрической и тепловой энергии, горячего и холодного водоснабжения. Данные мероприятия проводятся на стадии строительства, реконструкции и в рамках энергоаудита. Мерами и способами повышения энергоэффективности зданий являются [4]: использование качественной и усиленной теплоизоляции крыши, стен и пола, на которые приходится большая часть тепловых потерь; использование для возведения стен материалы с более высоким показателем теплостойкости (например, газобетонные и керамические блоки); установка входных и общедомовых дверей и окон с повышенными теплоизоляционными свойствами; замена старых трубопроводов для горячего водоснабжения на новые с меньшими потерями тепловой энергии; установка в помещениях современных радиаторов отопления с индивидуальной регулировкой мощности и параллельной схемой подключения к источнику тепла; использование в сооружениях энергоэффективного освещения, электрооборудования и т. п. с высоким классом энергоэффективности; уменьшение времени использования общедомового освещения путём установки специальных датчиков движения.

Применение данных мер позволит повысить значение энергоэффективности зданий, что приведет к удешевлению стоимости как владения, так и эксплуатации строения и положительно скажется на экологической обстановке.

Источники

1. Роженцова Н.В., Пятникова М.В. Энергосбережение и повышение энергоэффективности в сфере ЖКХ // Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов: матер. V Всерос. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов. Тольятти, 2019. С. 120–124.

2. Денисова А.Р., Сибгатуллин Э.Г. Повышение энергоэффективности при использовании системы автоматического регулирования светового потока // Электроэнергия. Передача и распределение. 2020. № 1 (58). С. 38–39.

3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 04.02.2021).

4. Кондратьев М.А. Способы повышения энергоэффективности зданий // Наука и образование сегодня. 2019. № 4 (39).

Рашитова Р.А., Тухбатуллина Д.И., Сафиуллин Б.И., Ахсаниев Г.Р. К вопросу о выборе контроллеров для зарядных станций электромобилей	256
Росляков А.В., Оморев М.Б. Исследование зависимости ошибок скоростного следящего электропривода от вида стандартной настройки	258
Сафиуллин Б.И., Ле К.Т., Ахсаниев Г.Р. Применение трехфазных активных выпрямителей в зарядных станциях постоянного тока для электромобилей	261
Тухбатуллина Д.И., Рашитова Р.А., Ле К.Т., Сафиуллин Б.И. Стартовые наборы для комплектации зарядных станций электромобилей.....	263
Фахертдинов Д.Ш. Заббарова К.Р. Исследование надежности электрооборудования	266
Филиппов А.Н., Зайнуллин И.И. Исследование зависимости ошибок позиционного следящего электропривода от порядка астатизма	268
Хамзин А.А. Многодвигательный электропривод с рекуперацией энергии.....	272
Яшагина А.В. Возможность эксплуатации линейных асинхронных двигателей на железной дороге	275

Секция 6. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ

Борисовский В.В. Управление режимами локальной системы электроснабжения с использованием нечеткой логики	278
Высковеркина Я.С., Соколова Н.С. О возможностях управления энергетическими системами.....	282
Исаева О.В. Разработка энергоэффективной и безопасной системы автоматического регулирования светового потока	286
Киселев И.Н. Исследование автономной фотоэлектрической системы с помощью имитационной модели в среде MATLAB/Simulink.....	289
Киселев И.Н. Разработка и исследование макета двухосевого солнечного трекера на базе платы Arduino UNO R3	292
Корнева П.А. Повышение энергоэффективности жилых зданий	295
Рокина Е.Г., Рокина А.Г. Регулирование неравномерности энергопотребления промышленного предприятия	298
Семенова О.Д., Тукшаитов Р.Х. К характеристике соотношения между коэффициентами нелинейных и гармонических искажений и устранению их разночтения	301
Сигель А.С., Попова М.В. Модернизация систем охлаждения силовых трансформаторов крупных подстанций и использование вторичного тепла для теплоснабжения	305
Яппаров Р.Р. Энергосбережение с помощью системы «Умный дом»	309

Научное издание

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Компьютерная верстка О.В. Цветковой
Дизайн обложки Ю.Ф. Мухаметшиной

Подписано в печать 26.05.2021.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 32,49. Уч.-изд. л. 23,04.
Тираж 30. экз. Заказ № 5229.

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «45»
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36