

# ENERGY. PRO

№1(10)  
февраль-март  
2026



АЛМАТЫ



## Известная торговая марка Китая **LONGXIANG ELECTRIC**

Широко используется в различных отраслях электроэнергетики, химической промышленности, ветроэнергетике, металлургии, сталелитейной и горнодобывающей промышленности

- ◊ 42 года специализируется в области исследований и разработок производства вакуумных выключателей
- ◊ Ежегодно производится 17600 комплектов вакуумных выключателей высокого напряжения
- ◊ Продукция экспортируется в Соединенные Штаты, пять стран Центральной Азии и Юго-Восточную Азию



### **ZN63A(VS1)-12 Внутренний высоковольтный вакуумный выключатель**

- Номинальное напряжение: 12~24 кВ
- Номинальный ток: 630~4000 А
- Номинальный ток отключения при коротком замыкании: 20~50 кА

### **ZW7-40.5 Наружный высоковольтный вакуумный выключатель**

- Номинальное напряжение: 40.5 кВ
- Номинальный ток: 1250~2000 А
- Номинальный ток отключения при коротком замыкании: 20~31.5 кА



### **ZW32-12 Наружный высоковольтный вакуумный выключатель**

- Номинальное напряжение: 12 кВ
- Номинальный ток: 630~2000 А
- Номинальный ток отключения при коротком замыкании: 20~25 кА



LONGXIANG  
ELECTRICAL CO., LTD.

**SHAANXI LONGXIANG ELECTRICAL CO., LTD**

электронная почта: [vcb@longxiangelectric.com](mailto:vcb@longxiangelectric.com)



OEM/ODM



Уникальность  
Надежность  
Качество

АО «АИЗ» – инновационное предприятие, ориентированное на разработку и внедрение в российской энергетике новых типов высоковольтной изоляции. Высокое качество выпускаемой продукции является приоритетной задачей нашего завода. Система менеджмента предприятия сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта качества ISO 9001:2008, так же выпускаемая продукция сертифицирована в системе ГОСТ Р. Научно-исследовательская деятельность завода охватывает области опорной изоляции, проходных изоляторов, штыревых изоляторов, разъединителей, предохранителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения, сигнализаторов повреждения линий, а также фундаментальных основ энергетики. Конструкторское бюро завода имеет многолетний опыт разработки всех типов линейной арматуры и высоковольтных изоляторов.

Завод производит: штыревые изоляторы типа ШПУ на напряжение до 35 кВ, линейные стержневые изоляторы типа ОЛК на напряжение до 35 кВ; проходные полимерные изоляторы марки ИППУ на токи до 10000 А; опорные полимерные изоляторы типа ОНШП, ОСК до 330 кВ; шинные опоры марки ШОП на напряжение до 330 кВ для жёсткой и гибкой ошиновки подстанций; дампер – марка распорки-демпфера нового поколения; арматуру для жёсткой ошиновки.

Кроме выполнения тендерных проектов специалисты конструкторского бюро разработали для применения в проектировании новых типов изоляторов типовые подвески для стеклянных и полимерных изоляторов.

В планах нашего завода постоянно совершенствоваться, наращивать мощности, создавать новые производственные участки, обеспечивать непрерывное обучение и рост профессионального мастерства всего персонала.

АО «АИЗ» предлагает Вам оптимальную цену, разработку и освоение производства изделий под Ваши потребности, доставку в любые регионы России и за рубеж.



АО «АИЗ» – производство полимерных изоляторов и арматуры для жесткой ошиновки подстанций  
140081, Московская обл., г. Лыткарино, Парковая ул., д. 1, офис 1, тел.: +7 (495) 741-22-86 (многоканальный)  
Отдел сбыта: [1@aiz.com](mailto:1@aiz.com), [m@aiz.com](mailto:m@aiz.com), [e@aiz.com](mailto:e@aiz.com), [8@aiz.com](mailto:8@aiz.com), сайты: [www.insulators.ru](http://www.insulators.ru), [www.bus-bar.ru](http://www.bus-bar.ru)



**Информационно-аналитический производственный журнал**  
**№ 1 (10) 2026 г.**

**Директор проекта**  
**Марат ДУЛКАИРОВ** – генеральный директор СИЭ РК  
**Главный редактор**  
**Тимур НУРУМОВ**  
 +7 (707) 292 95 76  
 2929576@mail.ru  
**Технический редактор**  
**Александр ТРОФИМОВ** – председатель правления СИЭ РК, член-корр. НИА РК  
 +7 (776) 984 37 25  
**Отдел рекламы и подписки**  
 2922029@mail.ru  
**Верстка и дизайн** NT Frame  
**Электронная версия**  
[www.kazenergy.kz](http://www.kazenergy.kz)  
 Подписка принимается почтовыми агентствами Казпочта и Евразия Пресс по индексу 76246. Свидетельство о регистрации печатного издания № KZ79VPY00097450 от 23.07.2024 г. выдано РГУ «Комитет информации Министерства культуры и информации Республики Казахстан».  
**Учредитель и издатель:**  
 ТОО «NTB.PRO», г. Алматы, главпочтамт, а/я 11  
 Мнение редакции может не совпадать с позицией автора. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов. Все права защищены. При перепечатке материалов ссылка на «ENERGY.PRO» обязательна.  
 Формат А4.  
 Тираж 1500 экз.  
 Отпечатано в ТОО «Print House Gerona», г. Алматы, ул. Сатпаева 30/а.

## СОДЕРЖАНИЕ

### На полосах обложки:

- 1 Поздравительная открытка к Наурыз
- 2 LONGXIANG Electric
- 3 ENERGY.PRO приглашает к сотрудничеству
- 4 CPX 200 – Модульный интеллект

### Внутренние полосы:

- 1 АО «АИЗ», г. Архангельск. Уникальность. Надёжность. Качество
- 2 Содержание, колонка редактора

### МНЕНИЯ

- 4 Петр СВОИК  
Выбор размещения трех АЭС Казахстана в контексте «Прогнозных балансов» Минэнерго: насколько адекватны принятые решения
- 8 Жакып ХАЙРУШЕВ  
Архитектура чистой энергии. Сможем ли мы реализовать амбициозный нацпроект до 2030 года?
- 10 Дарья СТАНСКОВА  
Цифровой суверенитет инфраструктуры: почему методы инженера из Казахстана вызвали интерес у экспертов мирового уровня
- 12 Центральная Азия: взаимодействие в энергетическом секторе снова на повестке дня
- 14 АО «KEGOC», Астана  
На юге Казахстана увеличены мощности ключевых подстанций KEGOC
- 16 АО «Объединённая ЭнергоСервисная Компания»: системный подход к подготовке кадров в условиях дефицита
- 18 ТОО «Росатом Центральная Азия», Астана  
ВВЭР-ТОИ – лучший в каждой букве
- 20 ТОО «Росатом Центральная Азия», Астана  
Топливный прогресс
- 22 Аскар САДЫКОВ  
Принцип псевдомногополюсности в низкооборотных генераторах на основе Ш-образных магнитопроводов с расщеплёнными полюсами и зубчатым ротором
- 25 ТОО «Test instruments», Алматы  
Измерительные приборы и инструмент высшего качества
- 26 Дмитрий ТИН, ТОО «Test instruments», Алматы  
Анализ спектра и оценка уровня гармоник без анализатора спектра
- 28 ТОО «Пергам-Казахстан», Астана  
Профессиональные тепловизоры Guide серии РТ

### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СОВЕТ СНГ

### ПРОИЗВОДСТВО

### ТЕХНОЛОГИИ

### ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА, ИСПЫТАНИЯ

### МОЛНИЕЗАЩИТА

### ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕ

### ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

### ЭТО ИНТЕРЕСНО

### МЕРОПРИЯТИЯ

### ПАМЯТЬ

- 29 ТОО «Пергам-Казахстан», Астана  
Поиск коронных разрядов, а также визуализация утечек всех типов газов
- 30 ТОО «Пергам-Казахстан», Астана  
Профессиональные тепловизоры Guide серии С и Н
- 31 ТОО «Пергам-Казахстан», Астана  
Диагностическое и испытательное оборудование для систем электроэнергетики
- 32 Григорий ПОРТНОЙ, Олег БОЛОТИН, Николай ГРЕБЕНЩИКОВ, Александр БЫЧКОВ  
ООО «НПО «Горизонт Плюс», Московская обл.  
Промышленное использование современных приборов контроля параметров электрических цепей
- 35 ЗАО «Алгоритм», Санкт-Петербург  
Новый стандарт промышленных приборов учёта
- 36 ООО «ИЦ «Энергосервис», г. Архангельск  
Цифровая сеть начинается со сбора данных и удалённого доступа
- 37 ООО НПФ «КРУГ», г. Пенза  
Автоматизация объектов энергетики и теплосетевых компаний
- 38 ООО «НПО «Горизонт Плюс», Московская обл.  
Преобразователи (датчики) для энергетиков
- 39 Компания «UniversalGroundSystem», Алматы  
Активные молниеотводы Schirtec
- 40 ООО «НПП «ФОЛТЕР», Москва  
Очистка воздуха для газовых турбин и роторных машин
- 41 ООО «ТЕРМА-ЭНЕРГО», Санкт-Петербург,  
Электрооборудование для КРУ, КСО 6-35 кВ
- 42 ООО «ПНЕВМОКОНТ», г. Пенза  
Специализированная промышленная мебель КОНСЭНЕРГО
- 43 ООО «ТехноКонсоль», г. Пенза  
Пульты диспетчера премиум-класса
- 44 Дмитрий ВИТОШНОВ,  
ТОО «ADVANTEK SYSTEMS», Алматы  
Решение по удалённому мониторингу объектов с использованием оборудования связи от компании RAD
- 48 Самый электрический закон.  
Как Георг Симон Ом сделал электричество измеримым
- 54 Анонсы
- 64 Алтай Камалович КАДЫРЖАНОВ

*Когда страна говорит о будущем, она неизбежно говорит об энергии. В последнем послании Президент Касым-Жомарт Токаев обозначил это предельно ясно: Казахстану уже недостаточно просто закрывать текущий дефицит мощности. Экономике, промышленности, транспорту, цифровой инфраструктуре нужен более прочный фундамент – энергосистема, рассчитанная не на выживание, а на рост. Именно поэтому в центре новой повестки оказались сразу несколько направлений: масштабная модернизация энергоисточников, ввод 6,3 ГВт «зеленой» генерации в ближайшие пять лет, развитие ядерной энергетики, а также усиление южной зоны и объединение западных электросетей с Единой электроэнергетической системой страны.*

*Особенно важно, что речь идет не о модной риторике энергоперехода ради самого энергоперехода. Президент прямо обозначил: для Казахстана это инструмент устойчивого развития, основанный на реальных возможностях энергосистемы и долгосрочных интересах государства. Поэтому рядом с ВИЭ в этой логике стоят и атомная энергетика, и современные угольные технологии, и газовая инфраструктура.*

*Главный вывод прост: энергетика перестает быть отраслью, которая лишь догоняет спрос. Сегодня от нее ждут большего – стать опорой нового индустриального цикла, гарантом энергетического суверенитета и основой для роста на десятилетия вперед.*

# Выбор размещения трех АЭС Казахстана в контексте «Прогнозных балансов» Минэнерго: насколько адекватны принятые решения



Петр СВОИК,  
председатель президиума  
«Казахстанской ассоциации  
«Прозрачный тариф», к.т.н.

*Президент Токаев и прежде уделял электроэнергетике немалое внимание, как в плане постановки грандиозных задач, так и критики их реального исполнения. В этом же году напор со стороны главы государства и ответная реакция правительства вошли в режим, который на языке Системного оператора именуется не иначе, как «пиковым».*

*Так, 20 января на Курултае энергетике был посвящен целый блок, упакованный в развитие цифровизации и ИИ.*

## Что сказал президент

«Производство электроэнергии в Казахстане в объеме 123,1 миллиарда киловатт-часов явно недостаточно для успешного выполнения всех наших планов. Прежде всего, следует сфокусироваться на создании прочного инфраструктурного фундамента для высокотехнологичной и энергоемкой экономики будущего. Следует заранее определить специальные зоны под строительство мощных дата-центров, необходимых для обеспечения надежной и бесперебойной работы всей ИТ-инфраструктуры. Правительство совместно с акиматом Павлодарской области планирует построить «ЦОД-долину» на базе энергетических мощностей Экибастузского бассейна. Мы должны заняться введением в строй новых энергетических мощностей, не дожидаясь окончания строительства атомных электростанций. Следует также иметь в виду, что дата-центры сопоставимы по энергозатратам с металлургическими комбинатами. Поэтому вопросы энергетической самодостаточности должны рассматриваться как

важнейшая часть государственной политики

Нам нужны реальные успехи, а не пиар-акции и имитация прогресса. Год цифровизации и искусственного интеллекта – не дань моде и, тем более, не декларация, а конкретная задача для всего государственного аппарата. Она имеет стратегический характер, поэтому спрос за ее выполнение будет соответствовать ее важности для государства. Важно понимать: сами по себе технологии не способны устранить управленческий хаос. Если процессы изначально выстроены неправильно, перегружены дублирующими функциями и бюрократической волокитой, то внедрение искусственного интеллекта не станет панацеей. Поэтому стратегиям цифровой трансформации должно предшествовать наведение порядка в самой системе управления».

## Что обещали премьеру и что решил он

Вскоре после этого премьер собирает руководителей Минэнерго, «Самрук-Казыны», «Самрук-Энерго»

и КЕГОК, на котором энергетики озвучивают такие планы: до 2035 года к нынешним 26,7 ГВт установленной мощности предстоит добавить еще 26 ГВт, - практически еще одну национальную энергосистему.

В рамках, получается, столь впечатляющего роста премьер Бектенов подписывает 2 февраля Постановление о размещении уже второй АЭС, ... в том же Жамбылском районе Алматинской области, где до этого было выбрано место для первой в Казахстане атомной электростанции. Одновременно озвучивается, что в районе города Курчатова будет строиться угольная станция на 700 МВт.

Решение настолько ... удивительное, что как раз ему мы и посвящаем этот наш материал, но здесь не обойтись и без общего контекста. Поэтому продолжим еще одной ссылкой на президента: расширенное совещание по итогам 2025 года:

## Опять президент

«Еще одна важная задача. Тотальная цифровизация и внедрение искусственного интеллекта невозмож-

ны без достаточного и стабильного производства электроэнергии. Это очевидно. При этом, чтобы покрыть внутренний дефицит, страна вынуждена ежегодно импортировать электроэнергию. В прошлом году импорт составил 3,7 млрд киловатт-часов.

Ситуацию усугубляет высокий уровень износа генерирующих мощностей и электросетей.

Дефицит энергии – большая преграда на пути прогресса нашей страны. Строить планы без учета этого важного фактора – значит ставить телегу впереди лошади.

Очевидно, что бывшие руководители профильного министерства занимались исключительно вопросами нефти, тогда как производство электроэнергии было отодвинуто на второй план. Теперь нам в кратчайшие сроки предстоит устранить эти недостатки.

В настоящее время в Казахстане производится 123 млрд киловатт-часов электроэнергии. Для нашей страны это совершенно недостаточно.

По заверениям Правительства, до конца 2029 года будут введены 13,3 гига watt новых мощностей, из которых 5,9 гига watt придутся на возобновляемые источники энергии.

Правительство также ожидает, что уже в 2027 году будут покрыты все потребности экономики в электроэнергии с профицитом в 1,3 млрд киловатт-часов.

Но эти цифры имеют ценность только при одном условии – если принятые обязательства будут исполнены своевременно, а планы подкреплены финансированием».

## Основной вопрос и конфигурация энергосистемы

Итак, приступаем к основному вопросу: так сколько АЭС необходимо Казахстану и где они должны быть дислоцированы?

Опять-таки, свои рассуждения мы постараемся максимально опираться на официальные данные, в частности, на недавно утвержденные Минэнерго «Прогнозные балансы электрической энергии и мощности на 2026-2032 годы».

Но прежде придется сделать еще одно отступление – пояснение насчет общей конфигурации национальной энергосистемы Казахстана.

Фактически, единой энергосистемы нет. Электроэнергетика официально разделена на Западную энергозону, неплохо связанную с российскими энергосистемами Волги и Южного Урала, и совершенно недостаточно – с остальным Казахстаном.

Имеется Северная энергетическая зона, плотно связанная с Уральской, Западно-Сибирской и Алтайской энергосистемами России, – фактическое их продолжение, и Южная энергозона Казахстана, как часть казахско-киргизско-узбекского энергокольца. В который со стороны Узбекистана закольцован еще и Таджикистан.

В такой конфигурации Казахстан является, – и так задумывалось еще со времен плана ГОЭЛРО, эдаким широтным и меридианным мостом: между Восточно-Сибирским и Центральными регионами России и между российской и бывшей Средне-Азиатской общей энергосистемой.

Экибастуз же, с его угольными разрезами и мощными ГРЭС создавался и фактически остается в качестве широтно-меридианной опоры этого моста. Для чего еще одна опорная электростанция, – Южно-Казахстанская ГРЭС, планировалась и даже началась строительством на западной оконечности озера Балхаш, - как необходимая связь между Северной и Южной энергозонами. Иначе говоря, между российской и Центрально-Азиатскими энергосистемами. Превращая все вместе в самую большую, самую надежную и самую эффективную Энергосистему в мире.

Подчеркнем ключевое значение электростанции именно на Балхаше: между Северной и Южной энергозонами Казахстана – полторы тысячи километров, на север от Балхаша до Караганды и на юг до Алматы, голой пустыни – как в географическом, так и в электрическом смысле. Сквозь эту пустыню по необходимости еще в советское время была протянута ЛЭП-500, заведомо слишком длинная, а потому с ограниченной пропускной способностью. Но – рассчитанная на перехват как раз посередине, на подстанции Южно-Казахстанской ГРЭС. Что сразу превращает эту провисающую под собственной протяженностью ЛЭП в две в два раза более короткие линии, дублирующие вы-

дачу мощности Ю-К «ГРЭС» в любую необходимую сторону.

Пока же на месте бывшей Ю-К ГРЭС ведутся изыскания под АЭС, зато подстанция «Ю-К ГРЭС», вот она, – построена, находится в работе и ждет своей генерации еще со времен СССР.

Позднее, уже в годы независимости, к той ЛЭП-500 была проложена вторая нитка, а еще позднее была построена третья ЛЭП-500, уже через Восток: Семипалатинск-Аягуз-Талды-Курган и тоже до Алматы. Но и трех ЛЭП вместе тоже уже не хватало.

И последняя зарубка на заметку: третья ЛЭП-500 проходит мимо города Курчатова, интересного с трех позиций: это Национальный ядерный центр, это река Иртыш и это ... не совсем середина, но все же место, где очень бы не помешала опорная электростанция, также превращающая сверх сверхдлинную ЛЭП-500 в две готовые линии выдачи мощности в обе стороны.

## Ну вот, теперь прогнозные балансы

В целом по Казахстану:

Максимальная электрическая нагрузка на 2026 год – 18,5 ГВт, на 2032 год 25,3 ГВт, прирост 6,8 ГВт.

Располагаемая мощность: 18,8 и 27,2 соответственно, прирост 8,4 ГВт.

Ввод новых мощностей: в 2026 году 1,5 ГВт, с доведением до 10,0 ГВт на уровне 2032 года.

Избыток мощности без учета необходимого резерва: 330 МВт в 2026 году с доведением до 1933 МВт на уровне 2032 года.

То же, но уже дефицит мощности с учетом необходимого резерва: 3147 МВт в 2026 году с уменьшением до 2660 МВт к 2032 году.

Сравним эти выкладки с нынешними диспетчерскими реалиями. Вот слегка округленные данные на вполне обычный вечер одного из предновогодних дней декабря-2025: потребление 17,4 МВт, генерация 16,4 ГВт, переток от РАО «ЕЭС» 1000 МВт. Переток из Северной энергозоны в Южную 2100 МВт.

Как видим, разработчики слегка погорячились: в эту зиму энергосистема способна выдавать порядка 16-17, максимум 17,5 ГВт, тогда как потребление нередко превышает уже 18 и даже более ГВт.



#### Баланс для Севера

Но вернемся к «Прогнозным балансам», вот расклад для Северной энергозоны.

Максимальная электрическая нагрузка на 2026 год – 11,2 ГВт, на 2032 год – 14,6 ГВт, прирост 3,4 ГВт.

Располагаемая мощность: 13,6 и 17,4 соответственно, прирост 3,8 ГВт.

Ввод новых мощностей: в 2026 году 140 МВт, с доведением до 5000 МВт на уровне 2032 года.

Избыток мощности без учета необходимого резерва: 2415 МВт в 2026 году с доведением до 3970 МВт на уровне 2032 года.

То же, но уже дефицит мощности с учетом необходимого резерва: 1889 МВт в 2026 году с уменьшением до 928 МВт к 2032 году.

#### И тоже для Южной энергозоны

Максимальная электрическая нагрузка на 2026 год – 4,9 ГВт, на 2032 год – 7,4 ГВт, прирост 2,5 ГВт.

Располагаемая мощность: 2,8 и 5,3 ГВт соответственно, прирост 2,5 ГВт.

Ввод новых мощностей: в 2026 году 1,2 ГВт, с доведением до 3,8 ГВт на уровне 2032 года.

Избыток мощности без учета необходимого резерва: 330 МВт в 2026 году с доведением до 1933 МВт на уровне 2032 года.

То же, но уже дефицит мощности с учетом необходимого резерва: 3001 МВт в 2026 году с ростом до 2221 МВт к 2032 году.

И еще, внимание: переток с Северной энергозоны на Юг: 2100 МВт в 2026 году с поддержанием тех же 2100 МВт вплоть до 2032 года.

#### Резюме из балансов

А) Никаких 26 ГВт новых мощностей к 2035 году, как и никаких 13,3 гигаватт до конца 2029 года, звучащих в речах высоких руководителей, не предвидится. Да в них и нет нужды, достаточно успевать вводить дополнительную генерацию для покрытия роста в 6,8 ГВт до 2032 года, достаточно реалистично оцененные в «Прогнозных балансах». И уж тем более хорошо бы ввести те самые указанные в балансах 10 ГВт, которые, пусть и не полностью, обеспечивают необходимый запас. Честно сказать, даже искомые 10 ГВт, это уже за гранью реальных возможностей проектирования, строительства и финансирования энергетических мощностей. Тогда как озвучиваемые руководителями двойные-тройные величины скорее говорят об отсутствии у них «чувства цифры».

Б) Переток с Северной в Южную энергозону на все прогнозируемые

годы сохраняется величиной 2100 МВт, то есть – на пределе реальной пропускной способности всех трех соединительных ЛЭП-500. Другими словами, весь тот переток от РАО «ЕЭС», благодаря которому только и удается сводить баланс и поддерживать частоту в казахстанской энергосистеме все последние годы, целиком идет транзитом именно в Южную зону, и баланс сводится едва-едва, без малейшего запаса. Но разработчики балансов, закладывая в них полный отказ от помощи из РФ, странным образом сохраняют дефицит на Юге и профицит на Севере. Будто бы их задача – сохранить предельную перегрузку соединительных линий.

#### Делаем выводы

А) Дислокация первой АЭС в поселке Улькен (бывший Энергетический), рядом с готовой подстанцией «Ю-К ГРЭС-500», – оптимальное решение. Для первых двух блоков ВВЭР-1200 имеется уже готовая схема выдачи мощности, причем дублированная. Сверх протяженные нитки по 500 кВ с появлением АЭС чудесным образом превращаются в четыре ЛЭП-500, уменьшенной длины и повышенной пропускной способности.

Возможно, – с учетом уже имеющейся инфраструктуры, целесообразно возведение и второй очереди АЭС, но тогда уже необходима оценка повышенных затрат на схему выдачи мощности.

Б) Строительство электростанции в районе города Курчатова, угольной или атомной – целесообразно. Поскольку реализуется та же схема опорного моста: сверх длинная соединительная ЛЭП-500 превращается в две линии, связывающие Восток Казахстана с Северной и Южной энергозонами. Мощность в 700 МВт тоже можно считать оптимальной, с точки зрения уже имеющейся схемы ее выдачи, но – лишь по минимуму.

Заведомо более целесообразно именно в Курчатове разместить вторую АЭС с двумя блоками по 1200 МВт. И даже, возможно, именно там планировать вторую очередь. Суть в том, что Восточный Казахстан – промышленный регион и именно там целесообразно сразу планировать энергоемкие производства, без необходимости дальнего транспорта.

В) А вот дислокация рядом с первой АЭС второй – заведомо не имеющей энергетической логики решение. Более того, если бы стояла задача найти такое место в Казахстане, из которого наиболее далеко, дорого и неудобно передавать генерацию сверх необходимой для связи Севера и Юга – как раз на Балхаше и было бы такое место.

#### А где третья?

Наконец, поскольку президент Токаев говорил о необходимости даже трех АЭС в Казахстане, стоит опираться на те же «Прогнозные балансы...» поискать место и для третьей. И тут пора вспомнить о Западной энергозоне, в которой к 192 МВт ввода новой мощности в этом году запланировано добавить к 2032 году нарастающим итогом еще 1266 МВт. И при этом, внимание, дефицит с учетом необходимого резервирования, с 357 МВт в этом году возрастает до 611 МВт.

Вспомним, что МАЭК в Актау давно уже не атомно-энергетический комплекс, а всего лишь набор из двух ТЭЦ на газе. Которые, кроме обычных для любого города нагрузок отопления и горячего водоснабжения осуществляют еще и опреснение каспий-

ской морской воды тоже для нужд города и его жителей.

Вот вам и техническое решение: пришвартовать в акватории Актау, допустим, четыре доставленные по Волге баржи с малыми модульными реакторами по 60 МВт, специализированными еще и на опреснение.

Заодно можно было бы начать опытно-промышленное освоение малых теплофикационных атомных энергоустановок, потребность в которых, после наработки необходимого опыта безопасности, можно было бы распространить на другие ТЭЦ Казахстана. В самом деле: котлотурбинное оборудование всех без исключения ТЭЦ давно уже исчерпало сроки эксплуатации, проблема поставленного на конвейер их обновления пока не имеет даже принципиального решения, а атомные модули вполне могут стать таким серийным решением.

#### Почему

##### руководители фантазируют?

В заключении стоит попытаться понять причины парадоксальной ситуации: озвучиваемые самым высоким энергетическим начальством объемы ввода новых мощностей не только выходят далеко за пределы обеспечения их проектной документацией, строительными мощностями и финансированием, но и не соответствуют даже прогнозным балансам самого Министерства энергетики.

Более того, озвучиваемые руководством фантастические планы дополняются еще и поразительным по профессиональной нецелесообразности выбором места размещения новых стратегических электростанций.

Все это должно иметь какое-то свое логическое объяснение, явно лежащее вне той логики, которой следовало бы руководствоваться в развитии электроэнергетики.

Попробуем дать свое объяснение, здесь два пункта.

Пункт первый: в части более чем странного выбора места расположения второй АЭС в том же районе, что первая, причина может быть чисто политической. Если первую АЭС строит пока не названный международный консорциум, но во главе с «Росатомом», то вторая АЭС отдана Китаю, с той же пока не определенной комбинацией участников. И вполне может

быть, что Китаю размещение АЭС тоже на Балхаше показалась самым удобным, с чем нашим руководителям пришлось согласиться.

Зато пункт второй имеет чисто казахстанскую, внутреннюю подоплеку. Это: отсутствие в электроэнергетике единого Хозяина.

Минэнерго (которое на самом деле министерство нефти и газа) как бы отвечает за руководство электроэнергетикой, но ... руководить ему нечем. Системный оператор, – сердце энергосистемы, почему-то внутри сетевой компании «КЕГОК». А само АО «КЕГОК», как и «Самрук-Энерго» – почему-то под холдингом «Самрук-Казына», который всем руководит, но ни за что не отвечает. Министерство национальной экономики, которое за энергетику никак не отвечает (как, впрочем, и за национальную экономику), почему-то устанавливает энергетикам сетевые тарифы.

И вот результат: в электроэнергетике элементарно нет основы для планирования развития: Генерального плана размещения генерирующих и сетевых мощностей с разбивкой по годам и регионам.

Ежегодно утверждаемые на семь лет «Прогнозные балансы» – тоже никакая не основа развития. Их делает небольшая группа специалистов, набившая руку на более-менее адекватной оценке перспективных нагрузок, как-то учитывающая планы Минэнерго на следующие годы, но и не более. О детализации, – из чего конкретно будет набираться новая генерация речи нет. И уж тем более не идет и речи о технико-экономическом сопоставлении разных вариантов энергоисточников и сетевых передач.

А потому наши рекомендации в заключение: разобраться, наконец, со «вторым правительством» – АО «Самрук-Казына». Благо, единственным акционером «Фонда национального благосостояния» (никак это состояние не улучшающим) является правительство. Президент Токаев в свое время обещал холдингу «уйти в небытие» – самое время осуществить такое намерение.

И создать, наконец, такое министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства, которое получит все полномочия и всерьез возьмется за отрасль.

# Архитектура чистой энергии. Сможем ли мы реализовать амбициозный нацпроект до 2030 года?

Жакып Галиевич ХАЙРУШЕВ,

Управляющий директор – Директор департамента энергетики и жилищно-коммунального хозяйства НПП РК «Атамекен»  
Председатель Общественного совета при Министерстве энергетики РК



*Представленный Министерством энергетики РК на обсуждение экспертам Национальный проект развития угольной генерации до 2030 года – документ не просто масштабный, а без преувеличения судьбоносный для отечественной экономики. Он предполагает ввод и модернизацию 7,6 ГВт мощностей. Однако экспертное сообщество задается вопросом: насколько реалистичны эти сроки, учитывая текущее состояние инфраструктуры и колоссальные сложности строительства с нуля? Об этом корреспондент интернет-портала pr.kz Игорь Прохоров провёл интервью с Жакыпом Хайрушевым, управляющим директором НПП «Атамекен» и председателем Общественного совета по вопросам ТЭК при Министерстве энергетики Республики Казахстан.*

<https://np.kz/news/ekonomika/energetika/arhitektura-chistoj-energii>

– Жакып Галиевич, цифра в 7,6 ГВт выглядит внушительно. Но ведь реалистичность сроков, по всей видимости, зависит не только от объема, но и от того, как эта мощность будет распределена между модернизацией и новым строительством. Насколько успешно, на ваш взгляд, выстроено управление этим мегапроектом?

– В планах Минэнерго речь идет о мощном пакете, включающем строительство Экибастузской ГРЭС-3 мощностью около 2640 МВт и новых ТЭЦ в Курчатове, Кокшетау, Семей, Усть-Каменогорске, плюс масштабную модернизацию действующих станций.

До 2030 года полностью «закрыть» весь объем исключительно за счет нового строительства – задача архисложная. Возьмем Экибастузскую ГРЭС-3: для такой гигантской станции типовой цикл от ТЭО и проектирования до ввода первых блоков занимает годы, а полный ввод обычно растягивается по очередям. Поэтому реалистичный сценарий до 2030 года – это разумная комбинация. Быстрый эффект дает именно модернизация действующих

ТЭЦ и ГРЭС вместе с вводом первых очередей новых объектов.

Проекты должны идти по принципу раннего ввода, а не ожидания «полной готовности» всего гиганта. Для ГРЭС-3 это означает ориентацию на первые блоки в краткосрочной перспективе. Но здесь есть критические условия. Нужна жесткая увязка проектирования и эксплуатации. Если решения закладываются без учета ремонтной логики, объект потом приходится «достраивать» в процессе работы, а это потеря времени и колоссальных денег.

Самая уязвимая точка – цепочки поставок. При одновременном старте нескольких строек риск срыва сроков из-за логистики и шефмонтажа запредельный. Без раннего формирования лотов и глубокой локализации графики станут невыполнимыми. К тому же нам нужна реальная производственная емкость рынка: проектанты, монтажники, наладчики. Если надеяться, что «рынок сам справится», сроки неизбежно уйдут «вправо». Мой вывод: 2030 год реален для значимой доли программы, но заверше-

ние всего пакета под ключ потребует исключительного уровня проектного управления и мгновенного закрытия вопросов финансирования.

– Энергодефицит стал притчей во языцах. Станет ли этот национальный план окончательным решением проблемы или это лишь временная мера по латанию дыр на изношенных мощностях?

– Это ни в коем случае не латание дыр. Это необходимый базовый, системный этап стабилизации энергосистемы. Согласно прогнозам системного оператора, до 2032 года нам нужно ввести около 10 ГВт новой генерации, из которых почти 4 ГВт – угольные станции. При успехе всех мероприятий мы ожидаем резерв мощности в 1,9 ГВт к 2032 году и профицит до 6,2 ГВт к 2035-му уже с учетом ВИЭ и АЭС.

Угольная генерация здесь выполняет роль системообразующего фундамента. Без нее невозможно устойчиво интегрировать те же ВИЭ, которые по своей природе нестабильны. Уголь – это то, что позволит нам дожидаться ввода АЭС в середине 2030-х.

Это структурное решение на горизонте 15-25 лет. Новые и обновленные станции будут нести базовую нагрузку десятилетиями. Они не закрывают путь к зеленой трансформации, а делают ее управляемой. Если развивать сети и маневренные мощности в связке с этим планом, угольная генерация станет не «костылем», а опорой.

– План охватывает Курчатова, Кокшетау, Семей. Чем обусловлен выбор именно этих точек на карте Казахстана?

– Это прямой ответ на структуру нашей Единой электроэнергетической системы. Исторически генерация концентрировалась на севере, в Экибастузском узле. Но потребление растет на востоке и юге быстрее, чем возможности сетей. Это усиливает перетоки и повышает риск аварий. Размещение новых ТЭЦ в Семей, Кокшетау и Усть-Каменогорске решает две задачи. Во-первых, мы приближаем генерацию к потребителю, снижая нагрузку на магистральные сети. Во-вторых, усиливаем восточное направление, которое традиционно чувствительно к дефициту. Плюс это ТЭЦ. Они дают и свет, и тепло городам. Везти энергию с дальнего севера, когда городам нужно тепло на месте, – экономически нецелесообразно.

– Стоимость реализации проекта – более восьми триллионов тенге. Насколько велик риск того, что возврат этих инвестиций ляжет на плечи простых граждан через тариф?

– Модель финансирования здесь многоуровневая. Для действующих станций – это инвестиционные соглашения и рынок мощности. Для новых объектов вроде ГРЭС-3 предусмотрено проектное финансирование с «длинными деньгами».

Риск перекладывания нагрузки на население осознается и структурно ограничивается. Значительная часть инвестиций возвращается через рынок мощности, а не через прямой тариф. Кроме того, ТЭЦ – это социальная инфраструктура, где участие государства признано необходимым. Если мы обеспечим долгосрочное видение по перевозке угля и логистике, операционные издержки снизятся, что также смягчит давление на тариф. Задача – сбалансировать источники так, чтобы нагрузка осталась управляемой.

– Казахстан стремится к углеродной нейтральности к 2060 году. Не противоречат ли новые угольные стройки Парижскому соглашению?

– Формально и по сути не противоречат. Углеродная нейтральность к 2060 году – это долгосрочная траектория, а не шоковая терапия. Парижское соглашение учитывает национальные особенности. Мы находимся в «переходном окне». Нам нужно обеспечить надежность сегодня, чтобы иметь возможность строить зеленое будущее завтра.

Важно понимать: мы не строим «грязные» станции прошлого века. Речь идет о замещении старых мощностей новыми с КПД 42-45 процентов против нынешних 30. Это снижает удельные выбросы углекислого газа на 20-25 процентов. Мы внедряем современные системы очистки – электрофильтры, десульфурацию (FGD) и денитрификацию (SCR). В перспективе закладывается возможность интеграции технологий улавливания и хранения углерода (CCS). Это технический «мост» к низкоуглеродной модели. Без него риски для социальной стабильности будут гораздо выше экологических издержек.

– И все же, Жакып Галиевич, есть ли в этом плане ахиллесова пята? Рост стоимости «чистого» угля или что-то другое?

– Главный риск – не технологии, а исполнение. Масштабность проекта требует жесточайшей координации. Без единого центра ответственности все может рассыпаться.

Второй момент – топливо и логистика. Нам нужно дополнительно 16,5 миллиона тонн угля в год. Это требует колоссального расширения железнодорожной инфраструктуры и парка вагонов. Если логистика отстанет от генерации, мы получим коллапс.

Третье – кадры. Новые технологии требуют иного уровня подготовки. Мы можем построить суперсовременный блок, но, если на нем некому будет работать, эффект будет нулевым. И, наконец, разрыв между проектировщиками и эксплуатационниками. Если проектные решения примут без учета мнения тех, кто будет стоять у пульта, мы получим дорогие и сложные в работе объекты.

– В этой связи расскажите, как сегодня государство поддерживает молодых энергетиков. Ведь престиж этой профессии нужно возвращать?

– Государство сейчас переходит от слов к делу. Самый мощный инструмент – специализированные жилищные программы через Отбасы банк. Программы «Наурыз» и «Наурыз Жумыскер» позволяют молодым инженерам брать жилье под 7-9 процентов, а в регионах – и под 5. С первоначальным взносом от 10 процентов это реальный шанс закрепиться в профессии. Но жилье – это только часть поддержки. Молодежь пойдет в энергетику, если будет видеть перспективу. Такие проекты, как этот национальный план, должны стать для них полем для профессионального роста. Только в связке «интересная работа – достойная зарплата – свое жилье» возможно решить кадровую проблему отрасли.



# Цифровой суверенитет инфраструктуры: почему методы инженера из Казахстана вызвали интерес у экспертов мирового уровня



**Дарья СТАНСКОВА**

Специалист в энергетической и строительной областях более 10 лет. Инженер-сметчик. Менеджер проектов. Член ASCE, AACE, IEEE, PMI

*Работа Дарьи Стансковой официально отобрана для представления на UESI Pipelines 2026 Conference (Детройт, США, 1–5 августа 2026 г.). Это главная площадка Американского общества инженеров по гражданскому строительству (ASCE) для обсуждения будущего трубопроводных систем.*

*Примечание: Отбор на эту конференцию – жесткий процесс, где работу оценивают ведущие ученые и практики мира.*

*О том, как Казахстанский инженер внедряет ИИ-решения, получившие высокую оценку в глобальном профессиональном сообществе.*



## ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И ФИНАНСОВЫХ АСПЕКТОВ В ЕДИНОЙ ПЛАТФОРМЕ

**Выход на высшую лигу:**

**Кейс Pipelines 2026**

Конференция UESI Pipelines, проводимая Американским обществом инженеров по гражданскому строительству (ASCE), — это «Оскар» в мире трубопроводных систем. Попасть туда в качестве спикера – задача не из легких. Отбор проходит в режиме жесткого рецензирования, где работу анонимно оценивают ведущие ученые и практики мира.

Тот факт, что проект Дарьи Стансковой был отобран для участия в сессии в Детройте, подтверждает: предложенные ею решения находятся на острие мировой технической мысли.

«Для меня это не просто выступление, а верификация метода. Когда эксперты такого уровня подтверждают актуальность твоих идей, это

дает мощный стимул развивать технологию дальше», — отмечает Дарья.

**Вердикт от лидеров индустрии: Отзыв Jacobs**

Помимо академического признания, разработка Дарьи прошла практический «краш-тест» в профессиональной среде. Алгоритмы оценки рисков и планирования затрат получили высокую оценку в компании Jacobs (США). Для справки: Jacobs – это мировой лидер №1 в области проектирования и консалтинга по версии рейтинга ENR, компания, работающая над проектами NASA и крупнейшими инфраструктурными объектами планеты.

Рецензентом работы выступил вице-президент компании, отметив, что предложенные алгоритмы соответствуют строжайшим международным

стандартам. Это редкий случай, когда разработка независимого инженера получает прямой отклик от топ-менеджмента глобальной корпорации такого уровня.

Дарья предлагает уйти от «ручного» планирования. Её разработка – это ИИ-платформа, которая в реальном времени связывает техническое состояние труб с финансовыми рисками и инфляцией.

**В чем суть инновации?**

Традиционные методы планирования ремонта труб часто не успевают за реальностью: инфляция, скачки цен на материалы и скрытые дефекты превращают бюджеты в «черные дыры».

Дарья Станскова предложила принципиально иной подход – интегрированную ИИ-платформу, кото-

• В реальном времени синхронизирует технические данные о состоянии сетей с экономическими предиктивными моделями.

• Автоматически пересчитывает стоимость жизненного цикла активов при малейших колебаниях рынка.

• Позволяет городам переходить от латания дыр к стратегическому управлению на десятилетия вперед.

**Технологический суверенитет: что скрывается «под капотом» платформы?**

Главная особенность платформы – это её «открытость». Дарья Станскова создала систему, которую не нужно переделывать под каждый новый город или предприятие. Она легко объединяется с теми картами и базами данных, которые уже есть у коммунальных служб. Это позволяет быстро запустить систему в работу и начать экономить деньги уже с первых месяцев. Более того, платформа может расти вместе с городом: сегодня она контролирует один район, а завтра – всю область, сохраняя высокую точность прогнозов даже при огромных объемах данных.

Многие современные системы управления активами (CMMS) работают как статические базы данных: они фиксируют поломку, но не умеют предсказывать будущее. Данная платформа меняет правила игры, внедряя три ключевых инновационных модуля:

**1. Предиктивное моделирование жизненного цикла (LCA)**

Платформа не просто учитывает текущую стоимость трубы, она выстраивает кривую её износа на 25–50 лет вперед. Система анализирует массив данных: от материала и типа грунта до частоты аварий на конкретном участке. Это позволяет определить «точку невозврата» – момент, когда ремонт становится дороже полной замены.

**2. Динамический финансовый движок (Real-time Indexing)**

Это «сердце» системы, которое особенно впечатлило международных экспертов. В платформу интегрирован алгоритм, который в реальном времени подтягивает индексы инфляции и рыночные цены на материалы.

«Если завтра стоимость полиэтилена или стали вырастет на



15 %, система автоматически пересчитает бюджеты всех запланированных объектов в масштабе целого города. Это исключает ситуацию, когда проект замораживается из-за нехватки средств на середине пути», — поясняет Дарья.

**3. Алгоритм автоматизированного приоритизирования**

В условиях ограниченного бюджета городские власти всегда стоят перед выбором: какой объект чинить первым? Данный ИИ-модуль решает эту задачу через многофакторный анализ рисков. Система ранжирует объекты по критичности: социальная значимость (больницы, школы), экологические риски и потенциальный экономический ущерб от аварии.

**Научная строгость и верификация**

Разработка базируется на сложных математических моделях регрессион-

ного анализа и методах стохастического прогнозирования. Именно эта «математическая глубина» позволила успешно пройти рецензирование в компании Jacobs. Эксперт из Jacobs сделал акцент на научной строгости моих моделей и подчеркнул, что предложенные алгоритмы обеспечивают прозрачность расчетов, которая критически важна для отрасли.

**Мнение автора:**

**Почему это важно сейчас?**

«Мировая инфраструктура стареет быстрее, чем мы успеваем её чинить. Единственный путь – это гипер-точное планирование. Мы больше не можем позволить себе ошибаться в расчетах на 20-30%. Моя цель – дать инженерам и городским властям «цифровой мозг», который видит риски раньше, чем они станут авариями», — говорит Дарья.

Система оперирует не просто цифрами, а вероятностями. Используя стохастическое прогнозирование, платформа рассчитывает несколько сценариев развития событий: от оптимистичного до критического. Это позволяет инженерам видеть «подводные камни» бюджета еще до того, как проект уйдет в работу

Сегодня, когда работа Стансковой готовится к презентации в США, становится очевидно: Казахская Инженерная Школа способна генерировать решения, востребованные в глобальном масштабе. Мы будем следить за выступлением Дарьи в Детройте и за тем, как её идеи внедрятся в реальную жизнь.



# Центральная Азия: взаимодействие в энергетическом секторе снова на повестке дня



В последние годы страны Центральной Азии снова оказались в центре внимания в связи с глубокими геополитическими потрясениями на всём евразийском пространстве. Государства региона как прямо, так и косвенно оказались втянуты в глобальное соперничество между ведущими мировыми игроками, что оказало непосредственное влияние на их современное состояние. Осложняет ситуацию для центральноазиатских стран сохранение множества проблем регионального характера, среди которых немаловажное значение по-прежнему имеют вопросы производства электроэнергии и водопользования.

Несмотря на совокупные возможности водно-энергетического комплекса государств региона в 430–460 млрд кВт·ч в год, во многих из них население и сельскохозяйственный комплекс продолжают сталкиваться с нехваткой ресурсов. Это связано с постоянным ростом населения в регионе, ухудшением климата, износом инфраструктуры и пр. В результате вопросы энергоснабжения и распределения водных ресурсов приобретают стратегическое значение не только для экономики, но и для социальной стабильности региона. Поэтому важное значение для решения существующих проблем сегодня имеет координация действий стран ЦА как между собой, так и с международными партнёрами, в первую очередь с Россией.

Стоит напомнить, что нынешняя энергосистема Центральной Азии создавалась ещё в период существования СССР как единый комплекс с учётом того, что около 85 % водных ресурсов сосредоточено в Таджикистане и

Киргизии, а основные площади орошения и крупные потребители воды находятся в Казахстане, Узбекистане и Туркменистане. Гидроэлектростанции верхних стран обеспечивали выработку электроэнергии, а государства низовья компенсировали это поставками газа и угля. Вся система много лет работала в синхронном режиме. После распада СССР единый механизм оказался разрушен, что привело к разрыву прежних связей, появлению сезонных дефицитов воды и электричества, а вместе с этим – к росту напряжённости между странами.

Со временем стало ясно, что разобщённость только усиливает проблемы. Верхние страны (Таджикистан и Киргизия), как и прежде, заинтересованы в увеличении зимних сбросов воды для выработки электроэнергии. Нижние государства (Казахстан, Узбекистан и Туркменистан), напротив, нуждаются в сохранении воды для летнего орошения сельхозугодий. И этот конфликт интересов возникает ежегодно на протяжении многих лет.

Одновременно страны региона оказались неспособны в одиночку модернизировать свою водную и энергетическую инфраструктуру, построенную десятилетия назад. Износ оборудования в ряде случаев уже превышает 60 %, а, по оценкам профильных ведомств, для комплексного восстановления энергосистем региона требуется не менее \$50 млрд. При этом сегодня уже подсчитано, что потребление электроэнергии к 2030 году может вырасти на 30–40 %.

В сложившейся ситуации страны региона пришли к пониманию, что стабильность работы водно-энергети-

ческих комплексов становится ключевым элементом всей региональной безопасности. В этой связи в последние годы центральноазиатские государства значительно активизировали сотрудничество по данной тематике, что уже стало приносить определённые результаты. Например, между странами были утверждены графики прохождения осенне-зимнего периода, что помогает сгладить ранее возникавшие ежегодные проблемы, в том числе снизить риски аварий, блэкаутов, нехватки воды и пр.

Примером активной работы стран региона в данном направлении может служить принятая ещё в августе 2024 года концепция «Центральная Азия – 2040», где отражена приверженность совместным действиям в энергетике. Среди проектов – Камбаратинская ГЭС-1 в Киргизии мощностью 1860 МВт, Яванская ГЭС в Таджикистане на 140 МВт и развитие зелёной повестки. Кроме того, в ноябре 2025 года Казахстан, Киргизия и Узбекистан согласовали параметры совместного водно-энергетического сотрудничества и подготовили план взаимной поддержки в осенне-зимний период. Эта договорённость является важным шагом для стабилизации работы гидроэлектростанций, особенно в условиях изменчивого климата и растущих потребностей населения.

В продолжение 13 февраля прошла встреча министров энергетики стран Центральной Азии. На ней были обсуждены механизмы синхронизации тарифной политики, обмена электроэнергией в пиковые периоды и совместного планирования новых мощностей. По итогам встречи было

принято решение ускорить подготовку соглашения о параллельной работе энергосистем и усилить координацию диспетчерских служб. Всё это, как и многое другое, говорит о том, что регион готов переходить от консультаций к практическим шагам.

Осознание необходимости сотрудничества постепенно привело страны региона к идее интеграции и созданию единого энергетического рынка. Одним из важнейших шагов в данном направлении стало утверждение в январе 2026 года Всемирным банком программы «Развитие рынка электроэнергии и интеграция энергосистем в Центральной Азии» (REMIT) с бюджетом более \$1 млрд.

Программа рассчитана на 10 лет и предусматривает формирование полноценного регионального рынка электроэнергии. Первая фаза объёмом \$143,2 млн направлена на поддержку Киргизии, Таджикистана и Узбекистана, а также регионального координационно-диспетчерского центра «Энергия». В настоящее время трансграничная торговля электроэнергией в регионе составляет около 3 % от общего спроса, и цель инициативы заключается в увеличении этого показателя до 10–15% к 2035 году, что позволит эффективнее использовать существующие мощности и сглаживать сезонные колебания.

Кроме этого, международные структуры продолжают финансировать модернизацию сетей. При содействии того же Всемирного банка в Киргизии идёт установка сотен тысяч интеллектуальных счётчиков, и к 2027 году планируется 100% охват. Европейский банк реконструкции и развития и Европейский инвестиционный банк подписали меморандум о финансировании Камбаратинской ГЭС-1 в размере около \$2,4 млрд. Но все эти меры не заменяют системной интеграции, особенно если помнить, что многие западные инвестпроекты и программы часто не учитывают исторические взаимосвязи стран региона и не способны, по крайней мере в краткосрочной перспективе, компенсировать отсутствие скоординированной региональной политики.

Более того, Европа и США через энергетические инициативы своей главной задачей видят в ЦА не помощь странам региона, а усиление здесь

своего политического присутствия и создание серьёзной конкуренции традиционным игрокам, в первую очередь России.

Следует помнить, что энергетические системы Центральной Азии исторически связаны с Единой энергосистемой России, что позволяет обеспечивать параллельную работу сетей и поддерживать стабильность частоты в аварийных ситуациях. Кроме того, именно РФ обладает опытом эксплуатации крупнейших гидроэнергетических каскадов и атомных станций, который может быть успешно использован странами региона без каких-либо дополнительных затрат, связанных с адаптацией под их специфику.

Важность сотрудничества с РФ прекрасно понимают в странах ЦА, что было подтверждено на прошедшем в октябре 2025 года втором саммите «Центральная Азия – Россия» в Душанбе. На нём стороны подчеркнули особую важность исторических, экономических и энергетических связей, а также договорились системно работать над реализацией Плана совместных действий на 2025–2027 годы. Важным продолжением этих шагов стало создание по инициативе российского Минэнерго в конце января 2026 года шестисторонней рабочей группы по энергетике с участием Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Таджикистана и Туркменистана. Эта площадка призвана координировать развитие всей сетевой инфраструктуры, а также способствовать развитию как традиционных, так и новых видов генерации электроэнергии в ЦА, в том числе атомной. Причём в последнем случае именно Россия, где около 20% всей электроэнергии производится на АЭС, становится ориентиром для её центральноазиатских партнёров.

Ещё в начале 2022 года Минэнерго Киргизии и госкорпорация «Росатом» подписали меморандум о сотрудничестве по строительству малых атомных электростанций (АЭС). Документ предусматривал изучение возможности возведения АЭС на базе реакторов РИТМ-200Н мощностью 50 МВт каждый. В мае 2024 года Узбекистан заключил контракт с российским «Атомстройэкспортом», входящим в структуру «Росатома», на строительство атомной станции малой мощности 330 МВт в Джизакской области.

Проект предполагает шесть реакторов по 55 МВт каждый. В Казахстане строительство первой АЭС в Жамбылском районе стартовало в августе 2025 года, а начало её эксплуатации запланировано на 2035–2036 годы. Реализацию проекта также возглавил российский «Росатом». С учётом того, что Казахстан располагает вторыми в мире запасами урана после Австралии и ежегодно производит порядка 45 % его мирового объёма, это даёт всей ЦА потенциальное преимущество при дальнейшем развитии атомной энергетики, а вместе с этим – и стабилизацию ситуации во всей энергосистеме региона. Особенно если государства Центральной Азии продолжат действовать совместными усилиями с опорой на своего традиционного партнёра в лице России.

В целом же, если рассматривать перспективы развития, то успешная реализация региональных инициатив и совместных проектов с Россией позволит сократить издержки и повысить устойчивость стран Центральной Азии. Объём трансграничной торговли электроэнергией в ЦА, по подсчётам экспертов, к 2035 году может вырасти до 10–15 %, а в среднесрочной перспективе регион получит дополнительные мощности в суммарном объёме более 1–1,5 ГВт.

Однако с учётом того, что к 2050 году спрос на электроэнергию может утроиться, без дополнительных совместных усилий страны Центральной Азии не смогут полностью избавиться от хронического дефицита. В связи с тем, что энергетические и водные проблемы Центральной Азии носят трансграничный характер, без единого рынка, согласованных режимов работы гидроузлов, модернизации сетей и привлечения иностранных технологий устойчивость региона будет оставаться под угрозой.

Поэтому участие России в этом процессе представляется объективной необходимостью, обусловленной историческими связями, технологическим потенциалом и масштабом стоящих перед ЦА задач. В обозримом будущем только сочетание региональной интеграции и активного российского участия способно обеспечить Центральной Азии стабильное энергоснабжение, экономический рост и социальную стабильность.

## На юге Казахстана увеличены мощности ключевых подстанций КЕГОС



*КЕГОС в 2025 году провел масштабное усиление ключевых подстанций в южных регионах страны. Компания увеличила трансформаторные мощности там, где нагрузка на сети в последние годы росла быстрее всего – в зонах активного развития промышленности, агросектора и городов.*

*В результате сети получили дополнительный запас мощности, а энергоснабжение Шымкента, Жамбылской области и области Жетысу стало устойчивее к пиковым нагрузкам и подключению новых потребителей.*

*В рамках данной работы в 2025 году завершена модернизация оборудования на ряде подстанций, в том числе на ПС 220 кВ «Састөбе» и ПС 220 кВ «Сарыозек».*



**Подстанция «Састөбе»:**  
разгрузили перегруженные узлы и усилили транзит

На подстанции Састөбе КЕГОС заменил два силовых трансформатора по 25 МВ·А на новые – по 63 МВ·А каждый. Тем самым увеличена допустимая нагрузка на транзите «Шымкент – Жамбыл» с учетом перспективных проектов, часть потребителей переведена на питание от 220 кВ (до 10–15 МВт), разгружены автотрансформаторы подстанций Казығұрт и ТЭЦ-3 Шымкент, которые ранее работали практически на пределе.



Все эти мероприятия позволили повысить надежность электроснабжения Шымкента и прилегающих районов, особенно в периоды пикового потребления.

**Подстанция «Сарыозек»:**  
ликвидировали дефицит мощности

На подстанции Сарыозек мощность автотрансформатора увеличена в два раза – с 32 до 63 МВ·А.

Это позволило устранить дефицит мощности в узле, создать резерв для подключения новых крупных потребителей и повысить устойчивость работы сети при различных режимах.

Фактически подстанция получила запас по мощности на будущее развитие региона.

Это часть системной программы усиления юга. Работа не ограничивается этими объектами. КЕГОС уже готовит следующие этапы усиления Южной зоны ЕЭС Казахстана. Продолжаются подготовка и реализация инвестиционных проектов по дальнейшему увеличению мощности подстанций – «Жалағаш», «Жанатас», «Казығұрт», «Мырғалымсай», «Қызылорда» и подстанция «Жетісу» в городе Талдықорған. В настоящее время по ряду объектов ведется разработка проектно-сметной документации, в рамках которой уточняются технические решения и параметры расширения мощности подстанций.

Южные регионы Казахстана активно развиваются как промышленные, агропромышленные и туристические центры. Последовательное наращивание трансформаторных мощностей создает устойчивую основу для реализации инвестиционных и социальных проектов, развития предпринимательства и повышения качества жизни населения.

# АО «Объединённая ЭнергоСервисная Компания»: системный подход к подготовке кадров в условиях дефицита



## РАБОЧИЕ ПРОФЕССИИ – ГЛАВНЫЙ РЕСУРС ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ВОСТОКА

Электроэнергетика – это фундамент устойчивого развития экономики и социальной сферы. От надёжной работы энергетиков зависит стабильность предприятий, транспорта, медицинских и образовательных учреждений, а значит – качество жизни людей.

Сегодня отрасль динамично развивается: цифровые подстанции, автоматизированные системы управления, дистанционный мониторинг и интеллектуальные решения становятся стандартом современной энергетики.

АО «Объединённая ЭнергоСервисная Компания» – одна из крупнейших региональных энергопередающих компаний страны. Предприятие ведёт свою деятельность с 1949 года и занимает лидирующие позиции в Восточно-Казахстанской области и области Абай.

Более 34 тысяч километров линий электропередачи, десятки городов и районов, сотни населённых пунктов – за этими показателями стоит ежедневный труд специалистов, обеспечивающих бесперебойную передачу электроэнергии.

## ДЕФИЦИТ КАДРОВ: ВЫЗОВ ВРЕМЕНИ

Энергетическая отрасль сегодня испытывает нехватку квалифицированных кадров.

- Особенно востребованы:
- электромонтёры по эксплуатации распределительных сетей;
  - специалисты по обслуживанию подстанций;
  - диспетчеры;
  - оперативно-выездные бригады;
  - ремонтный персонал;
  - инженеры релейной защиты и автоматики.

Средний возраст сотрудников приближается к 45–50 годам. В ближайшие годы значительная часть опытных работников выйдет на пенсию, при этом приток молодых специалистов остаётся недостаточным.

В регионе ограничено количество профильных учебных заведений, готовящих энергетиков. Существующих мощностей подготовки кадров недостаточно для покрытия реальной потребности отрасли.

Кроме того, после окончания вуза многие выпускники не рассматривают начало профессионального пути с рабочих специальностей – например, с позиции электромонтёра. Молодые специалисты стремятся сразу занять инженерные или офисные должности либо выбирают смежные направления.

Однако именно практический опыт в эксплуатации оборудования формирует фундамент профессионального роста. Путь от рабочей специальности к инженерной должности – это реальный и устойчивый карьерный маршрут в энергетике.



## 2025 ГОД – ГОД РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ

В 2025 году, объявленном в Казахстане Годом рабочих профессий по инициативе Президента страны, особое внимание уделяется повышению престижа труда специалистов технического профиля.

Энергетика – отрасль, где рабочие профессии всегда остаются приоритетными и перспективными. Без электромонтёров, оперативного и ремонтного персонала невозможна надёжная работа энергосистемы.

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ – ИНВЕСТИЦИЯ В БУДУЩЕЕ

В компании действует комплексная система развития персонала:

- функционирует Учебный центр предприятия;
- внедрена система наставничества;
- реализуется дуальное обучение с частичной компенсацией затрат;
- организуются оплачиваемые производственные практики;



- заключаются меморандумы с профильными учебными заведениями;
- ведётся активная профориентационная работа и участие в ярмарках вакансий.

Компания формирует понятную траекторию профессионального роста: рабочая специальность → практический опыт → повышение квалификации → инженерная должность → управленческий уровень.

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТОВ

Ким Гульнара Алемжановна – начальник управления по работе с персоналом АО «ОЭСК»:

*«В условиях усиливающегося кадрового дефицита приоритетом для компании является формирование устойчивой системы профессионального развития. Мы создаём условия для адаптации молодых специалистов, повышения квалификации и формирования кадрового резерва. Наша задача – обеспечить преемственность поколений и сохранить ключевые отраслевые компетенции.»*

Тайтиков Болат Тлеуханович – начальник Центрально-диспетчерского управления АО «ОЭСК»:

*«Надёжность энергоснабжения напрямую зависит от профессионализма оперативного персонала. Сегодня особенно востребованы специалисты, способные работать с современными цифровыми системами. Энергетика требует ответственности, дисциплины и практического опыта, и мы приглашаем молодых специалистов строить свою карьеру вместе с нами.»*

## ПРИГЛАШАЕМ В КОМАНДУ

АО «ОЭСК» — это команда профессионалов, которая ценит труд, уважает профессию и поддерживает стремление к развитию.

Рабочие специальности в энергетике – это стабильность, востребованность и реальные перспективы роста.

Мы приглашаем энергичных, целеустремлённых и ответственных специалистов стать частью нашей команды и вместе обеспечивать энергетическую безопасность региона.



## ВВЭР-ТОИ – лучший в каждой букве



*«Росатом» непрерывно модернизирует не только реакторные технологии, но и в целом подходы к строительству атомных энергоблоков. Яркий пример – подключенный в канун нового, 2026 года блок № 1 на Курской АЭС-2 в России, построенный по проекту ВВЭР-ТОИ. Нарботки, сделанные в его рамках, будут применяться и в новых проектах.*

Аббревиатура ВВЭР-ТОИ расшифровывается как «водо-водяной энергетический реактор – типизированный, оптимизированный, информатизированный». ВВЭР-ТОИ – это обновленный проект типового атомного энергоблока, отвечающего новейшим требованиям безопасности (в том числе с учетом аварии на АЭС «Фукусима») и мирового рынка. До этого типовой проект был разработан в 1980 году, по нему строили блоки на Балаковской, Ростовской, Калининской, Запорожской АЭС, на «Темелине» в Чехии и других. Поэтому он типизированный.

Новый проект решал сразу несколько задач. Прежде всего – соответствовать 24 критериям конкурентоспособности. Для этого специалисты госкорпорации провели масштабную оптимизацию проектных решений, начиная от генплана и заканчивая электротехникой. Пересмотрели организацию транспорта, АСУ ТП, планировку, архитектурно-строительные и технологические решения основных

зданий и сооружений и, конечно, концепцию безопасности. Поэтому он оптимизированный.

Еще одна задача – создание решений, позволяющих управлять информацией об энергоблоке на протяжении всего его жизненного цикла. Когда запускался проект, на мировом рынке подобных решений не было, поэтому «Росатом» создал собственное. Поэтому проект – информатизированный.

В результате была создана система, которая аккумулирует всю информацию о блоке. В ней можно проектировать и конструировать, вести закупочную деятельность, управлять поставками, сроками, ресурсами и стоимостью, верифицировать данные, контролировать выполнение требований. В работу были вовлечены более двух тысяч специалистов «Росатома». Они создали комплексную информационную модель неизменяемой части проекта АЭС, которую можно тиражировать на различных площадках.

Благодаря нововведениям проектную мощность каждого энергоблока на Курской АЭС-2 по сравнению с энергоблоками предыдущего поколения (ВВЭР-1000) подняли на 25 %, до 1250 МВт. Срок службы основного оборудования вырос вдвое. В оснащении энергоблока гармонично сочетаются пассивные и активные системы безопасности. Они обеспечивают длительную автономность блока в условиях аварий (не менее 72 часов), защиту от отказов по общей причине, снижение влияния человеческого фактора. Блок спроектирован более сейсмостойким: он выдержит землетрясение в 7 баллов по шкале MSK-64, а конструкции и узлы, выполняющие функции безопасности, – до 9 баллов. Технические решения делают блок устойчивым к падению тяжелого самолета (20 тонн – базовый вариант, 400 тонн – опция) и другим экстремальным внешним воздействиям (ураганы, смерчи, наводнения).



Первый энергоблок Курской АЭС – 2 с реактором ВВЭР-ТОИ был подключен к сети 31 декабря 2025 года. «Курский блок – это первое воплощение новейшего проекта атомных энергоблоков ВВЭР-ТОИ. Этот проект не только вобрал в себя последние достижения в области атомной энергетики. Это еще и самый мощный энергоблок в парке «Росатома»: 1250 МВт, что на 50 МВт больше предыдущих рекордсменов – энергоблоков Ленинградской АЭС-2», – прокомментировал запуск гендиректор «Росатома» Алексей Лихачев.

29 января 2026 года на первом энергоблоке Курской АЭС-2 с реактором ВВЭР-ТОИ началась опытно-промышленная эксплуатация. Это следующий этап после энергетического пуска. Программа предусматривает постепенное повышение мощности блока до 100 %.

Специалисты «Росатома» продолжат оптимизировать базовый проект, используя опыт строительства блоков на Курской АЭС-2 и решения, показавшие наибольшую результативность и экономический

эффект. Улучшаться будут реакторная установка и системы защиты от экстремальных воздействий, а также маневренность, возможность использования МОКС-топлива, экономичность – то есть все то, что делает российское предложение уникальным на мировом рынке и востребованным у зарубежных заказчиков.

*Источник: rosatomnewsletter.com  
Фото: копирайт Курская АЭС,  
АО «АСЭ», «Атоммаш»*



# Топливный прогресс



«Росатом» изготовил активную зону для самого мощного в мире строящегося атомного ледокола «Россия», поставил модифицированное ядерное топливо для исследовательского реактора в Узбекистане и для АЭС «Куданкулам» в Индии, а также испытал в экстремальных условиях топливо для высокотемпературного газоохлаждаемого реактора (ВТГР). Все эти события – шаги на пути усовершенствования и создания новых атомных технологий, ведущего к новому технологическому укладу.

В конце 2025 года изготовлена и прошла приемку первая в истории атомной отрасли активная зона для первой реакторной установки РИТМ-400, которую установят на атомном ледоколе «Россия». Два реактора РИТМ-400 назвали по именам русских богатырей – «Илья Муромец» и «Добрыня Никитич». Тепловая мощность каждого из них – 315 МВт, это больше любой другой судовой реакторной установки в мире.

Атомный ледокол «Россия» – это головной ледокол проекта 10510. Суммарная мощность ледокола составит 120 МВт (на валах), что позволит судну преодолевать льды толщиной свыше четырех метров. После ввода в эксплуатацию «Россия» будет обеспечивать круглогодичные проводки по Северному морскому пути.

#### Плотность имеет значение

«Росатом» поставил новую модификацию ядерного топлива для ис-

следовательского реактора ВВР-СМ (водо-водяной реактор, серийный, модернизированный) в Узбекистане. Для изготовления топливных кассет использовано плотное урановое и урансилицидное топливо. В отличие от стандартного, оно обладает более высокими потребительскими характеристиками: за счет более высокой концентрации урана длительность топливной кампании реактора выше.

Поставки ядерного топлива для исследовательского реактора – часть более широкого сотрудничества между «Росатомом» и Узбекистаном. Напомним, стороны ведут подготовку к заливке бетона для первого блока атомной станции с реакторами российского дизайна РИТМ-200Н в Джизакской области Узбекистана: договор, подписанный в мае 2024 года, стал первым в мире экспортным

контрактом на сооружение атомной электростанции малой мощности (также прорабатывается строительство энергоблоков большой мощности российского дизайна).

#### В экстремальных температурах

«Росатом» завершил испытания образцов топлива для высокотемпературного газоохлаждаемого реактора (ВТГР) в экстремальных условиях. Графитовые цилиндры с равномерно распределенными по объему сферическими микротрещинами, разработанные учеными «Росатома», сначала облучили в штатных условиях до глубины выгорания 4 % тяжелых атомов (т.а.), 8 и 12 %. Компакты с выгоранием 4 и 8 % т.а. затем облучали более 500 часов при температуре на уровне 1600 °С. Кроме того, образцы топлива ВТГР с выгоранием 8 % т.а. облучали при температуре около 1700 °С в течение более 380 часов.



«Реакторные эксперименты и комплексные послереакторные исследования дополняют массив накопленных экспериментальных данных, полученных с 2021 года в рамках программы расчетно-экспериментального обоснования топлива ВТГР. Мы можем обоснованно говорить о подтверждении заложенных в проекте реакторной установки ВТГР максимальных проектных пределов в части эксплуатации отечественного микросферического топлива», – отметил куратор работ со стороны АО «Концерн Росэнергоатом» Федор Григорьев.

#### 18-месячный старт

В декабре «Росатом» доставил авиарейсом первую партию ядерного топлива для стартовой загрузки

реактора ВВЭР-1000 на энергоблоке № 3 АЭС «Куданкулам». Третий блок «Куданкулам» станет первым в истории, где реактор ВВЭР-1000 заработает сразу в 18-месячном цикле. Ранее с 12-месячного на 18-месячный цикл перешли первые два энергоблока АЭС «Куданкулам». Это стало возможно благодаря поставкам ядерного топлива усовершенствованной конструкции ТВС-2М. Оно обеспечивает более надежную и экономичную эксплуатацию энергоблоков за счет жесткой конструкции, антидебризного фильтра нового поколения и большей массы урана.

#### А также...

Премией «Вызов» в номинации «Инженерное решение» наградили со-

трудников Бочваровского института Михаила Скупова и Алексея Глушкова за создание технологии промышленного производства нитридного ядерного топлива. Это топливо будет использоваться в реакторе БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем в системе IV поколения.

Все эти новости – свидетельство того, что «Росатом» находится на острие научного и технологического поиска, последовательно и системно создает и совершенствует ядерное топливо, обеспечивающее безопасную и экономичную выработку электроэнергии и научные исследования.

Источник: [rosatomnewsletter.com](http://rosatomnewsletter.com)

Фото: копирайт НЗХК, ГХК, газета «Страна Росатом»



# Принцип псевдомногополюсности в низкооборотных генераторах на основе Ш-образных магнитопроводов с расщеплёнными полюсами и зубчатым ротором

Аскар САДЫКОВ  
Независимый исследователь, Республика Казахстан

### Аннотация

Предложен новый принцип построения низкооборотных электрических генераторов прямого привода для возобновляемых источников энергии. Конструкция основана на Ш-образных магнитопроводах статора, центральная нога которых выполнена в виде источника возбуждения (постоянный магнит или электромагнит), а боковые ноги несут основные катушки и заканчиваются расщеплёнными на несколько зубцов концами. Магнитопроводы статора и зубчатый ротор могут быть выполнены как из традиционного ламинированного ферромагнитного материала, так и из магнитомягкого композиционного материала (Soft Magnetic Composite, SMC), что обеспечивает минимальные вихревые потери при высокой частоте пульсаций магнитного потока и упрощает изготовление сложных геометрий. Такая схема позволяет получать частоту выходного напряжения около 50 Гц уже при 60 об/мин без механического редуктора. Теоретический КПД соответствует уровню современных синхронных машин (85–95%). Концепция обеспечивает значительное упрощение и снижение материалоемкости всей ветроэнергетической установки за счёт исключения мультипликатора и возможности уменьшения диаметра ветроколеса в несколько раз, при сохранении требуемого крутящего момента и мощности.

Изобретение защищено патентом Республики Казахстан № 36143 «Низкооборотный электрический генератор Садыкова».



### Введение

Развитие возобновляемой энергетики, особенно в сегменте малых и средних распределённых установок, сталкивается с фундаментальным противоречием: первичные двигатели (ветровые турбины, гидротурбины малых рек, волновые и приливные устройства) работают в диапазоне крайне низких частот вращения – от 10 до 100 об/мин, тогда как традиционные электрические генераторы достигают оптимальной эффективности при 1000–1800 об/мин. Для согласо-

вания этих режимов в подавляющем большинстве случаев применяются механические мультипликаторы (редукторы).

Однако такое решение несёт ряд существенных недостатков: значительные потери энергии (5–15% и более), высокий уровень шума, необходимость регулярного технического обслуживания, повышенная вероятность отказов, существенная масса и стоимость узла, а также требование к увеличению диаметра ротора ветро- или гидрокколеса в несколько раз для

обеспечения необходимого крутящего момента на низких оборотах (из-за необходимости компенсации потерь в редукторе и согласования скоростей).

В результате общая надёжность и экономическая эффективность системы снижаются, особенно в удалённых и труднодоступных регионах, где обслуживание становится проблематичным.

Альтернативный подход – прямоприводные (direct-drive) генераторы – позволяет исключить редуктор, но требует радикального увеличения



числа полюсов или диаметра машины для обеспечения достаточного крутящего момента при низкой частоте вращения. Такие конструкции достигают диаметров ротора 4–10 м и более, что приводит к резкому росту массы гондолы, расхода активных материалов (меди, стали, неодимовых магнитов), усложнению транспортировки, монтажа и повышению стоимости всей установки.

Кроме того, в классических прямоприводных установках увеличение диаметра генератора (из-за роста количества полюсов) приводит к необходимости большего входного крутящего момента от ветро- или гидрлопастей, поскольку возрастает радиус взаимодействия между магнитами и магнитопроводом с обмоткой, что требует дополнительной энергии на лопастях и в итоге повышает общую материалоемкость системы. В итоге материалоемкость прямоприводных систем часто оказывается выше, чем у редукторных аналогов той же мощности.

Существующие попытки преодолеть указанные ограничения включают применение аксиальных потоков, композитных конструкций, многофазных систем, сверхпроводящих обмоток и других инноваций. Однако большинство из них либо существенно повышают стоимость мате-

риалов, либо сохраняют зависимость от большого диаметра машины, либо вводят новые технологические сложности.

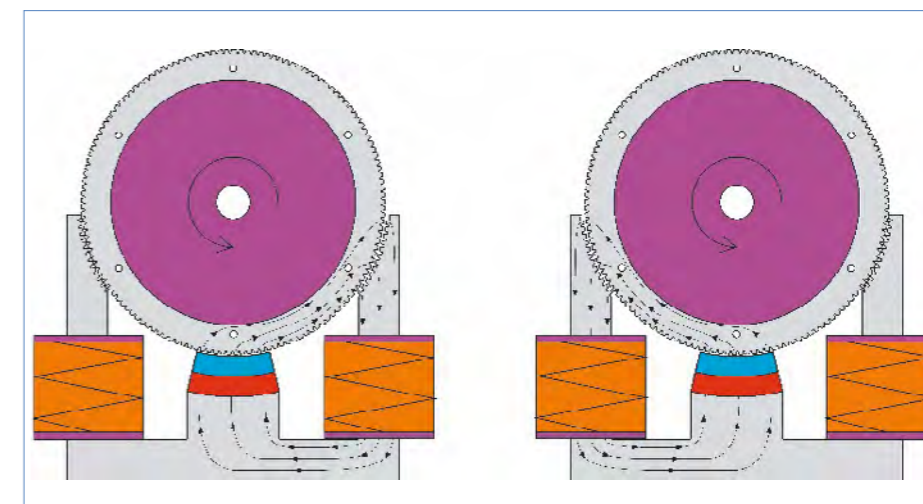
В настоящей работе предлагается принципиально иной подход к созданию низкооборотных генераторов, основанный на эффекте псевдомногополюсности через управляемую модуляцию магнитного сопротивления.

Конструкция использует Ш-образные магнитопроводы статора с источником возбуждения в центральной ноге (постоянный магнит или электромагнит) и расщеплёнными концами боковых ног, на которых размещены рабочие обмотки.

Магнитопроводы статора и зубчатый ротор могут быть изготовлены из

ламинированного ферромагнитного материала или магнитомягкого порошкового композита (Soft Magnetic Composite, SMC), что позволяет минимизировать вихревые потери, обеспечить изотропию магнитных свойств и реализовать сложную геометрию элементов без сборки из отдельных пластин.

Вращение зубчатого ротора вызывает чередующееся изменение магнитного сопротивления путей между противоположными зубчатыми концами статора, что приводит к значительной периодической пульсации магнитного потока в катушках, и генерации переменного тока высокой частоты при низкой механической скорости вращения.



Предлагаемый принцип позволяет сохранить расход активных материалов (меди и ферромагнитного материала сердечника) на уровне, сопоставимом с традиционными синхронными генераторами средней мощности, при этом обеспечивая работу машины на частотах вращения 30–60 об/мин без механического мультипликатора и без необходимости в гигантском диаметре самого генератора.

**Преимущества и потенциальные применения**

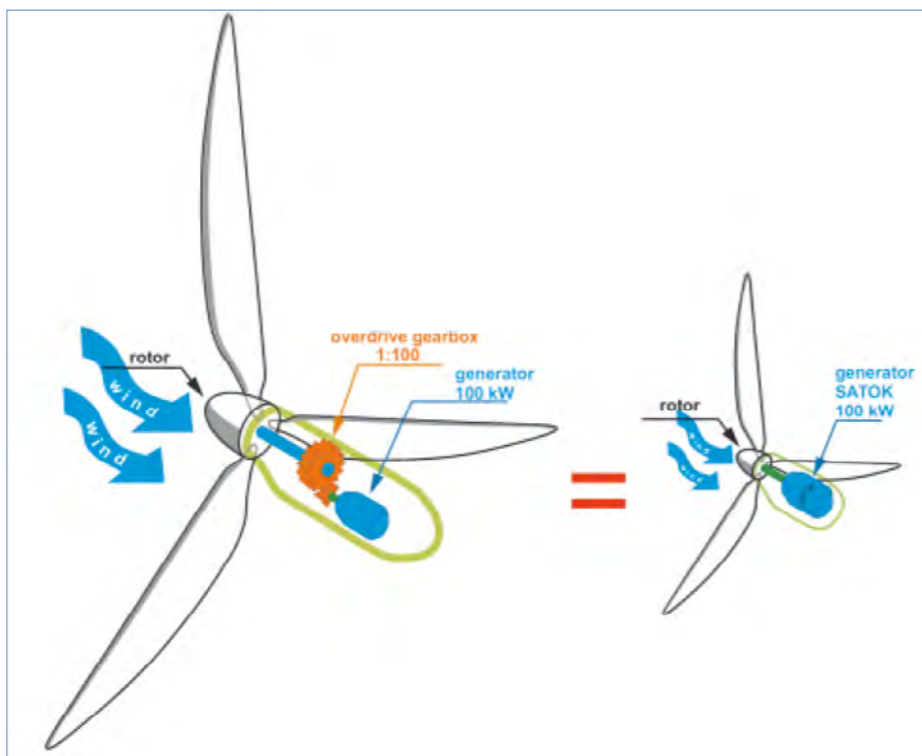
Предлагаемая концепция обладает рядом принципиальных преимуществ по сравнению с существующими решениями: исключение механического мультипликатора полностью устраняет связанные с ним потери мощности, шум, вибрации, необходимость в смазке и плановом ремонте, что радикально повышает надёжность и снижает эксплуатационные затраты всей установки.

Сохранение компактных габаритов и расхода материалов гондолы на уровне традиционных редукторных систем (расход меди в обмотках и ферромагнитного материала сердечника остаётся сопоставимым с классическими синхронными машинами той же мощности), в отличие от прямоприводных генераторов с огромным диаметром ротора.

Радикальное уменьшение диаметра ветроколеса (лопастей) – в несколько раз (а в отдельных случаях – на порядок) по сравнению с традиционными редукторными и прямоприводными системами при сохранении требуемого крутящего момента и выходной мощности.

Это приводит к существенному снижению общей материалоемкости установки, уменьшению массы конструкции, упрощению транспортировки, монтажа и эксплуатации, а также к снижению визуального, акустического и экологического воздействия.

Такая особенность делает концепцию особенно привлекательной для малых и средних ветроэнергетических установок, микро-ГЭС на малых реках, волновых и приливных энергосистем, а также гибридных автономных комплексов в удалённых регионах. Возможность использова-



ния электромагнитного возбуждения в центральной ноге расширяет сферу применения до регулируемых генераторов и систем с переменной скоростью вращения.

**Теоретические основы работы**

Предлагаемый генератор функционирует на основе комбинации постоянного (или электромагнитного) возбуждения и модуляции магнитного сопротивления, аналогичной принципам переменного магнитного сопротивления в гибридных машинах (в частности, в вентильных реактивных машинах).

Центральная нога Ш-образного магнитопровода служит источником основного магнитного потока  $\Phi_{\text{возб}}$ , который распределяется между боковыми ногами статора.

Зубчатые концы боковых ног с катушками работают в противофазе (фактически, это одна фаза с противотоками), что обеспечивает балансировку системы.

Амплитуда колебания магнитного потока в генерирующих ногах остаётся равной мощности потока на центральной возбуждающей ноге ( $\Phi_{\text{ген}} \approx \Phi_{\text{возб}}$ ), несмотря на пульсации. Это объясняется удвоением требуемого крутящего момента на валу ( $M_{\text{треб}} \approx 2 \times M_{\text{баз}}$ ), необходимым для преодоления магнитных сил в противофазной конфигурации.

В аналогичных конструкциях такое удвоение момента является существенным недостатком, поскольку ограничивает эффективность и универсальность машины. Однако в предлагаемой конструкции этот эффект не представляет проблемы благодаря расщеплению концов боковых ног на несколько зубцов (более одного-двух на ногу). Множественные зубцы распределяют магнитные взаимодействия, минимизируя пиковые нагрузки на вал и позволяя поддерживать высокий КПД без компромиссов по моменту. Теоретически, частота выходного напряжения определяется как  $f = (Z_{\text{рот}} \times n) / 60$ , где  $Z_{\text{рот}}$  — количество зубцов ротора,  $n$  — частота вращения в об/мин, что обеспечивает целевую частоту ~50 Гц при низких  $n$ .

**Заключение**

Предлагаемый принцип псевдомногополюсности открывает новые перспективы для низкооборотных генераторов в возобновляемой энергетике.

Дальнейшие работы включают детальное моделирование в FEM-программах (Ansys Maxwell, Comsol Multiphysics), оптимизацию геометрии зубцов и создание опытных образцов для экспериментальной верификации.

Благодарю коллег за обсуждения и поддержку идей.

**Измерительные приборы и инструмент высшего качества**



[www.ti.kz](http://www.ti.kz)

[www.pribor.kz](http://www.pribor.kz)

**050060, г. Алматы,  
ул. Розыбакиева, 184,  
Тел.: 379 99 55;  
факс: 379 98 93**

# Анализ спектра и оценка уровня гармоник без анализатора спектра



Дмитрий ТИН,  
директор ТОО «Test instruments» и  
интернет-портала Pribor.kz

Практически любой цифровой осциллограф обладает возможностью анализа спектра и уровня гармоник посредством встроенной математической функции FFT.

### Постановка и решение задачи

В электро- и радиотехнике часто стоит задача определения наличия и уровня гармоник в основном сигнале или питающем напряжении. Как правило, наличие большого количества гармоник снижает качество работы оборудования и его эффективность.

Когда необходимо определить наличие гармоник или состав спектра, задача легко решается с помощью специального прибора – анализатора спектра. Однако такие приборы очень дороги и их покупка не всегда экономически обоснована.

К сожалению, не все знают, что практически любой цифровой осциллограф легко переключить в режим анализатора спектра с помощью встроенной математической функции FFT – быстрое преобразование Фурье, которое раскладывает любой сигнал на гармоники и показывает их уровень, то есть спектральный состав исследуемого напряжения.

### Что такое спектр и гармоники

Самое известное в радиотехнике и электронике следствие теоремы Фурье, то, что любой сигнал можно представить в виде суммы простых синусоидальных сигналов, называемых гармониками.

Как правило это сигналы, имеющие кратную частоту основного сигнала.

Для удобства, гармоникам присваивают номера, согласно их частоты. Например 2-я гармоника имеет 2-х кратную частоту основного сигнала, 3-я – 3-х кратную и т.д.

Число гармоник для любого сигнала, кроме идеально синусоидального, бесконечно, однако для практики принято ограничиваться конечным числом гармоник.

Гармоники, составляющие сигнал характеризуются амплитудой (например в Вольтах) или уровнем (в дБ). Эти характеристики показывают вес каждой гармоники в исследуемом сигнале.

Совокупность гармоник с определенными амплитудами и называют спектром или спектральной картиной. То есть мы измеряем сколько и каких гармоник присутствует в исследуемом сигнале.

### Что такое FFT

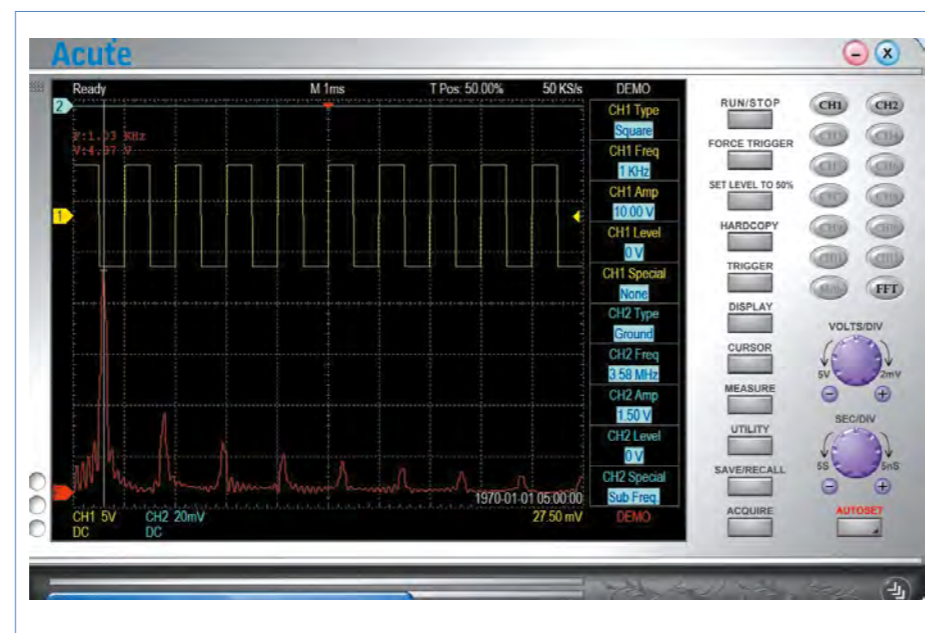
Существует специальный алгоритм FFT для разложения основного сигнала на составляющие его гармоники.

FFT – это Fast Fourier Transform, что переводится как быстрое преобразование Фурье. Это алгоритм, позволяющий очень быстро разложить исходный сигнал на синусоидальные гармоники практически без потери точности.

### Пример анализа спектра с помощью осциллографа

Данный пример рассмотрим на цифровом осциллографе Acute поставленном нами и имеющем на борту FFT.

Подадим исследуемый сигнал, аналогичный рассмотренному выше, и включим функцию FFT:



Исходный сигнал отображается желтым цветом, а спектр красным цветом. Как видим график почти идентичен теоретическому для прямоугольного сигнала. Видно, что в спектре преобладают нечетные гармоники, при этом четные равны нулю, что соответствует расчетным значениям. При этом можно курсором сразу измерить частоту гармоники и ее уровень (в левом верхнем углу).

Двигая белый курсор вдоль горизонтальной оси можно измерить уровень любой отображаемой гармоники и ее частоту.

### Как включить функцию FFT в осциллографе

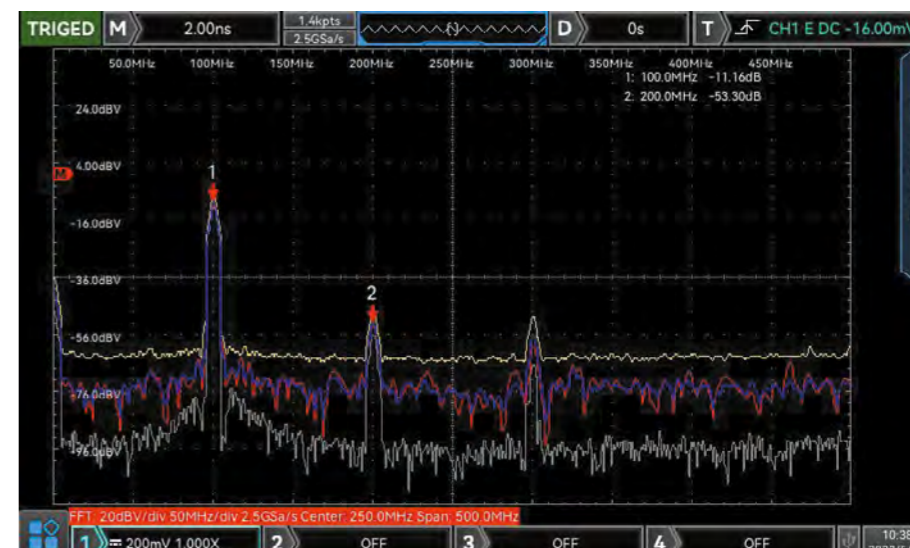
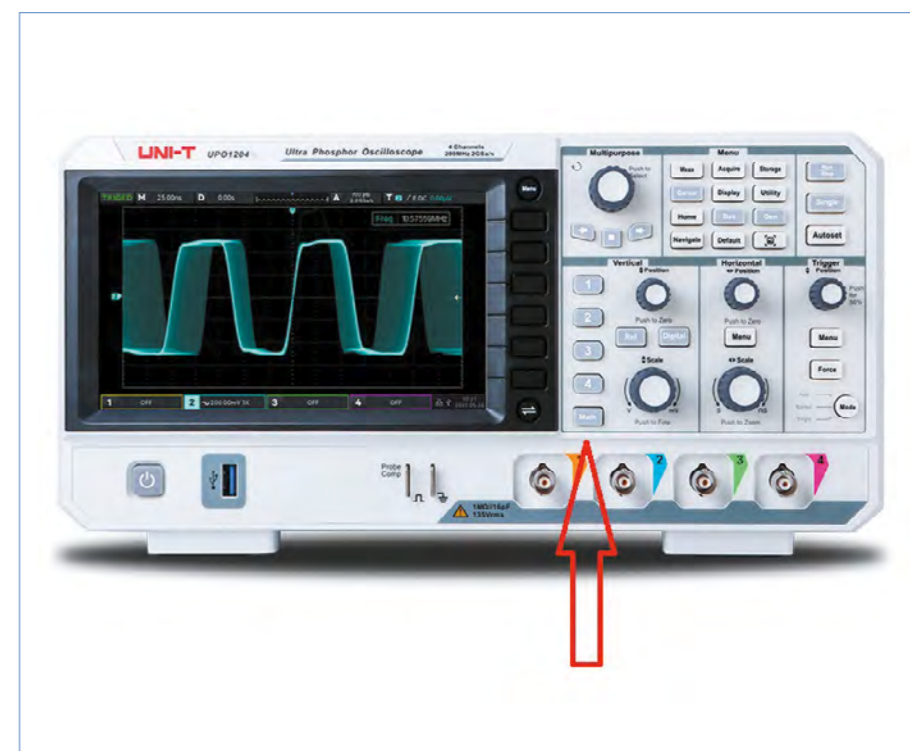
В основном функция FFT расположена внутри меню Math (Математические функции) вход в которое происходит по кнопке «MATH», расположенной, как правило, на передней панели:

Затем следует выбрать тип операции – FFT. На дисплее будет отображен спектр сигнала:

В целом, расположение функции аналогично у различных осциллографов, однако могут быть несущественные различия в разных моделях и у разных производителей.

### Заключение

Как видим, оценить наличие и уровень гармоник и исследовать спектр – вполне выполнимая задача и без анализатора спектра, что по силам любому цифровому осциллографу, имеющему встроенную функцию FFT.



По материалам ТОО «Test instruments» и интернет-портала Pribor.kz, авторизованного дистрибьютора в Казахстане брендов ACUTE, UNI-T, ERSА, BOSCH, Pro'sKit и многих других.

ТОО «Test instruments»,  
г. Алматы, ул. Розыбакиева, 184, тел +7 727 379 99 55.  
Заказ оригинальной продукции – только  
на портале pribor.kz или zal@pribor.kz



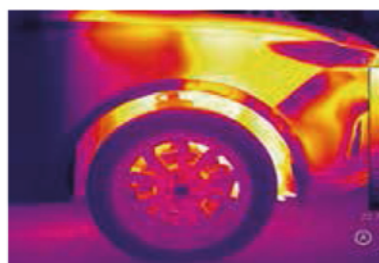
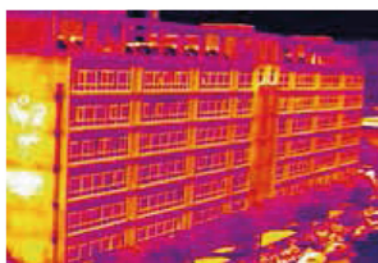
# Профессиональные тепловизоры Guide серии PT

Первые в мире камеры с разрешением

более 1 МП



Камеры серии PT оснащены ИК-детектором с разрешением 1280×1024 собственной разработки Guide. Имеют систему ручной и непрерывной автоматической фокусировки для получения более чётких изображений. Современное оснащение и программное обеспечение гарантируют PT серии статус флагмана отрасли.



- Разрешение сенсора до 1280×1024
- Технология сверхвысокого разрешения IR-Perfclear позволяет увеличить разрешение в четыре раза до 2560×2048
- Система непрерывного автофокуса и плавная ручная фокусировка
- Диапазон измерения температур от -40 до 2500 °C
- Сменные объективы (45°, 15°, 7°, 25°, высокотемпературный фильтр, макрообъектив)
- Частота ИК изображения 30 Гц, поддержка передачи радиометрического ИК видео на ПК с частотой 20 Гц
- Новейшая технология создания панорамных изображений

Реклама



**DISTRAN**  
SWITZERLAND

## DISTRAN ULTRA Pro

Портативный УЗ прибор для визуализации коронных разрядов и утечек газа



**CRY SOUND**  
Measure Better Sound

## CRY8124 / CRY8125

Портативный УЗ прибор для визуализации коронных разрядов и утечек газа

**OFL**  
SYSTEMS

## UVOLLE SC/VC

УФ камера для детектирования коронных разрядов и электрической дуги

**ue**  
SYSTEMS INC

## ULTRAPROBE 15000

УЗ прибор для мониторинга состояния производственного оборудования



# Профессиональные тепловизоры Guide

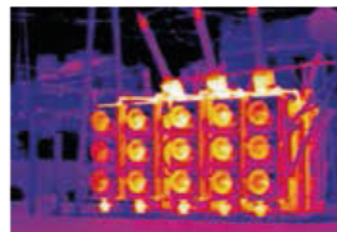
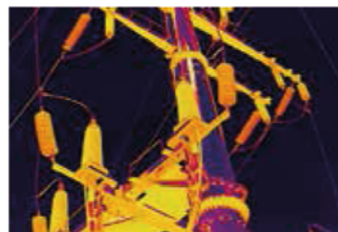
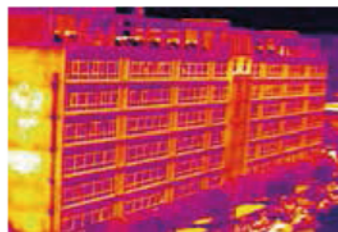
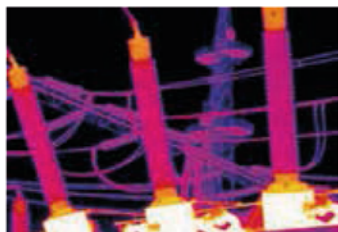


## серия С

1024×768

Разрешение матрицы

- Частота кадров: до 30 Гц
- Температурные диапазоны измерения.  
Поддержка автопереключения:  
- от -40 °С до 150 °С  
- от 100 °С до 800 °С  
Дополнительно:  
- от 700 °С до 2000 °С  
(требуется высокотемпературный объектив)



## серия Н

640×480

Разрешение матрицы

- Частота кадров: 30 Гц
- Температурные диапазоны измерения.  
Поддержка автопереключения:  
- от -40 °С до 150 °С  
- от 0 °С до 650 °С  
Дополнительно:  
- от 500 °С до 2000 °С  
(требуется высокотемпературный объектив)

Реклама

## ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ



Новая система диагностики состояния трансформаторов, измеряет концентрации влаги и газов в масле

**TRANSFIX DGA 500**



Система мониторинга трансформаторного масла

**HYDRAN M2-X**



Мультигазовый АРГ в режиме реального времени нового поколения GE Kelman DGA 900

**DGA900**



Портативный анализатор растворенных газов и влаги в трансформаторном масле

**TRANSPORT X2**



Система комплексной диагностики подстанционного оборудования

**TRAX**



Тестер релейных защит

**SVERKER900**



Тестер высоковольтных выключателей

**TM1800**



Испытательная установка (12 кВ)

**DELTA 4000**



Измеритель коэффициента трансформации

**TTR-3XX**



Система контроля изоляции

**PCMХ**



Система диагностики и локализации мест повреждений кабельных линий

**OWTS DAC MV20**



Система для локализации дефектов высоковольтных кабелей

**SYSCOMPAT 4000**



Трассоискатели

**RD8200**



Микроомметр

**MOM2**



Система для высоковольтных испытаний на сверхнизкой частоте

**FRIDA**



Диагностика и испытание АКБ

**TORKEL 930**

ЗА ПОДРОБНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ОБРАЩАЙТЕСЬ ПО ПРИВЕДЕННЫМ НИЖЕ КОНТАКТАМ:



# Промышленное использование современных приборов контроля параметров электрических цепей



Григорий Портной, к.т.н.  
Олег Болотин, с.н.с  
Николай Гребенщиков, инж.  
Александр Бычков, инж.

*В статье затронуты вопросы разработки и применения современных преобразователей (датчиков) измерения тока и напряжения, производства НПО «Горизонт Плюс». Показаны возможности использования подкласса этих преобразователей – разъемных датчиков тока. Приведены примеры промышленного использования приборов этого класса: клещей-адаптеров серии КТ, которые внесены в Госреестр СИ РФ. Подробно описаны функции и свойства интеллектуальных высоковольтных (до 10 000 В) клещей КТ-1000-В, которые кроме РФ поставляются в республики Беларусь и Казахстан.*

Много лет компания НПО «Горизонт Плюс» из г. Истры, Московской области своими силами проводит исследования и разработки новых, современных приборов для измерения основных параметров электрических цепей. Благодаря постановке этих приборов на производство, преобразователи (датчики) измерения силы тока, напряжения и активной мощности стали повсеместно применяться в современных электроэнергетических системах, средствах промышленной автоматизации, на транспорте и т.д.

Сегодня, благодаря своей универсальности, высокой точности и удобству эксплуатации, преобразователи используются в различных областях промышленности, таких как создание современных карьерных экскаваторов и систем АСУ ТП, в электропоездах нового поколения и в ледокольном флоте, для автоматизации зданий и контроля силовых установок.

Обширная номенклатура разработанных преобразователей, их сертификация и внесение в Госреестр средств измерений РФ, обеспечивают разработчикам новых приборов и систем свободу выбора нужных моделей.

## Датчики тока серии ПИТ / ПТИ и напряжения серии ПИН / ПНИ

Это сегодня наиболее популярные серии выпускаемых преобразователей, которые постепенно вытесняют

традиционные трансформаторы тока и шунты. Преобразователи ПИТ и ПТИ позволяют бесконтактно измерять любой вид тока в широком диапазоне от миллиампер и до 25 000 А. Для датчиков напряжения ПИН и ПНИ диапазон измерения увеличен до 6000 В (gorizont-plus.ru). Существенным также является наличие в этих приборах гальванической изоляции между измерительной цепью и схемой обработки сигнала.

Преобразователи силы тока серии ПТИ и преобразователи напряжения ПНИ – это новые модели, разработанные специалистами НПО «Горизонт Плюс» с целью значительно расширить ассортимент преобразователей, сферу их применения и упростить задачу подбора наиболее подходящих моделей для заказчиков.

## Разъемные датчики измерения тока

Регулярное общение и обратная связь с заказчиками приборов, позволили модернизировать стационарные датчики и, в конечном итоге, привели к разработке разъемных датчиков тока, которые значительно расширяют сферу их применения.

Созданная за последние годы номенклатура разъемных датчиков достаточно велика, чтобы ее описывать в рамках одной статьи. Поэтому заинтересованных читателей лучше пе-

ренаправить на сайт НПО «Горизонт Плюс» gorizont-plus.ru. В этой же статье будут представлены специфические образцы разъемных приборов, которые последнее время завоевали особую популярность.

## Токковые клещи и клещи-адаптеры

Адаптеры или, как их еще называют, «прищепки» получили свое название по аналогии с обычными прищепками (рис. 1). По этому же принципу они надеваются на токовый кабель или провод и в отличие от стационарных датчиков тока не требуют остановки производства или демонтажа электрических цепей. Отсюда их главное преимущество, которое и обеспечило широкую популярность адаптеров: их можно использовать для контроля ответственных токовых цепей или проведения периодического мониторинга этих цепей, в частности, в устройствах, которые не подлежат остановке. Дополнительным преимуществом адаптеров-прищепок являются их малые масса и размеры, которые позволяют их использовать при плотном монтаже токовых устройств. При этом, несмотря на малые размеры, диаметр охвата губок этих клещей составляет 25 мм, что также расширяет сферу их применения.

Одним из первых активных пользователей адаптеров КТ-...-Д25 уже много лет является ООО «Сигнум».

Эта компания, резидент Фонда «Сколково», специализируется на средствах мониторинга и управления, а также на предоставлении SDK для разработки. Сигнум – одна из первых компаний, вышедших на рынок с полностью готовым решением по удаленному мониторингу и диагностике любого оборудования, содержащего контроллеры. Разработки компании используются для удаленного мониторинга, диагностики и оптимизации работы изделий и процессов сервисного обслуживания с использованием готовых решений и инструментов для создания новых пользовательских приложений.

Новационные решения компании, например, в области термообработки металлов позволяют, в первую очередь, значительно сократить дорогостоящий производственный брак при термообработке до 80 %. Происходит также повышение производительности оборудования до 15 % и грамотное распределение нагрузки, что автоматически приводит к снижению потребления электроэнергии не меньше чем на 20 %.

ООО «Сигнум» использует на обслуживание только одного проекта от 50 до 100 штук КТ-...-Д25. Понятно, что при увеличивающемся количестве применяемых приборов,

вопрос снижения цены адаптеров стоит очень остро. Поэтому одна из целей, над которыми сейчас работают специалисты НПО «Горизонт Плюс» – это снижение издержек производства приборов. Другая, не менее важная цель – это расширение измерительных возможностей адаптеров и их номенклатуры. У адаптеров имеются ограничения, которые сужают область их применения. В частности, максимальная величина измеряемого ими тока составляет всего 400 Ампер. Зачастую этого мало и тогда приходится использовать другие инструменты контроля и измерения тока. Вот для таких целей и разрабатываются новые модели адаптеров.

Новые клещи-адаптеры КТ-...-Д54 (рис. 2) позволяют измерять токи от 20 до 1000 А, при этом диаметр охвата губок клещей увеличен до с 25 до 54 мм, что также расширяет сферу применения этого прибора. Различные модификации этих клещей предоставляют разработчикам свободу выбора выходного сигнала в виде напряжения 2 В или в виде стандартизованного токового сигнала 4/20 мА.

Расширение диапазона измеряемых токов и удобство работы с такими клещами-адаптерами позволило, например, компании НПК «Крона»

из г. Пензы применить КТ-...-Д54 в своих разработках специального технологического контрольно-измерительного оборудования. В настоящее время НПК «Крона» разработал и поставляет более 40 наименований контрольно-измерительного оборудования на тепловые и атомные станции многих стран. Использование описанного оборудования также позволяет фирме проводить диагностирование систем в режиме реального времени и, в результате, повысить устойчивость работы блоков в системах АСУ ТП, сократить время контроля и ремонта электронных блоков, обнаружить элементы, работающие на границе допуска; прогнозировать отказы в системах управления и безопасности и, следовательно, значительно увеличить надежность оборудования.

Среди активных пользователей адаптеров КТ-...-Д54 можно назвать АО «ПО «Севмаш» г. Северодвинск, ООО «Синтез-Ресурс», Санкт-Петербург, «Сибирский химический комбинат» (АО «СХК»), г. Северск и др.

## Интеллектуальные высоковольтные токовые клещи КТ-1000-В

Эта модель клещей заслуживает отдельного разбора. До настоящего времени энергетики и электрики в



России на многих объектах еще пользуются стрелочными моделями токовых клещей, такими как Ц 4502, имеющими не очень высокую точность измерений в силу использования стрелочного способа отображения результата измерения. Других высоковольтных клещей на рынке не было, поэтому появление отечественной электронной модели прибора было очень своевременным.

Высоковольтные клещи КТ-1000-В (рис. 3) обладают рядом интеллектуальных функций, которые выделяют их из этой серии приборов и которые кратко можно описать следующим образом:

- КТ-1000-В бесконтактное измерение тока в силовых и кабельных и воздушных линиях до 1000 А;
- наличие двух диапазонов измерения тока до 100А/10А или до 1000А/100А и работа при высоком напряжении на токовой шине до 10 кВ;
- функция «Сон» позволяет снизить энергопотребление прибора;
- клещи оснащены контрастным цифровым дисплеем и обеспечивают, в случае необходимости, подсветку зоны измерения, что позволяет работать с ними в темное время суток;
- регистрация полученных данных позволяет сохранить измеренные значения тока;
- диаметр отверстия под токовую шину увеличен до 54 мм;
- погрешность измерения не более 1 %.

Высоковольтные клещи представляют интерес для многих крупных промышленных предприятий, прежде всего, электрометаллургического профиля, энергетических и электрических компаний. Большинство из них пользуются для этого услугами постоянных поставщиков электронных компонентов: ООО «Электрон-прибор» (г. Фрязино), ООО «Приборэлектро» (г. Москва), ООО «Терра Импекс» (г. Новосибирск), ООО «Максимум» (г. Краснодар), ООО «Магнус» (г. Санкт-Петербург), многие из которых стали постоянными дилерами НПО «Горизонт Плюс».

Особый интерес проявили к использованию КТ-1000-В специалисты Россетей, в частности, актуальной задачей для них является проведение разовых замеров тока на высоковольтных линиях 6/10 кВ. Для решения этой задачи совместно сотрудниками Филиала «Россети Центр» – «Ярэнерго» и НПО «Горизонт Плюс» была создана модификация прибора с использованием специальной накладки на губки стандартных клещей (рис. 4). Такая модификация позволяет с помощью телескопической штанги осуществлять монтаж клещей с земли на ЛЭП. Для удобства, внутрь клещей встроен модуль Bluetooth, версия 3, который позволяет дублировать показания клещей на экране смартфона на Андроиде. Стандартный набор клещей комплектуется сумкой для переноски (рис. 5).

Все клещи, как и остальные приборы разработки НПО «Горизонт Плюс», внесены в Государственный реестр средств измерений РФ (№№ 76444-19, 74910-19) Рисунки к статье:

1. Рис.1 – Внешний вид токовых прищепок.
  2. Рис.2 – Клещи-адаптеры КТ-Д54 с увеличенным диаметром раскрытия губок до 54 мм и расширенным диапазоном измерения тока до 1000 А.
  3. Рис.3 – Внешний вид электронных высоковольтных (до 10 000 В) клещей КТ-1000-В.
  4. Рис.4 – Специальная накладка на губки клещей, позволившая расширить сферу применения КТ-1000-В.
  5. Рис.5 – Чехол-сумка для хранения и транспортировки клещей КТ-1000-В.
- Ссылка на рисунки: <https://disk.360.yandex.ru/d/Nhl-uc6vVMyp1A>

ООО «НПО «Горизонт Плюс»  
г. Истра, Московская обл.  
[sensor@gorizont-plus.ru](mailto:sensor@gorizont-plus.ru)  
+7 929 924 87 89



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

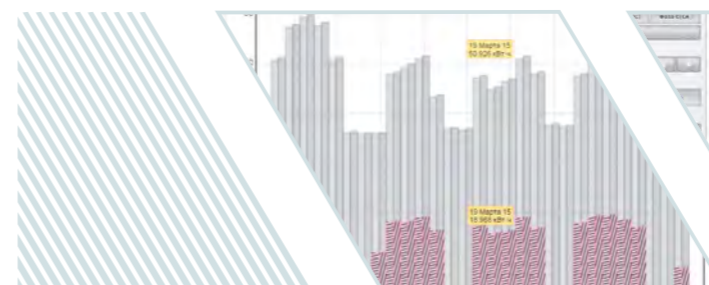
# ВСЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Новый стандарт промышленных приборов учета

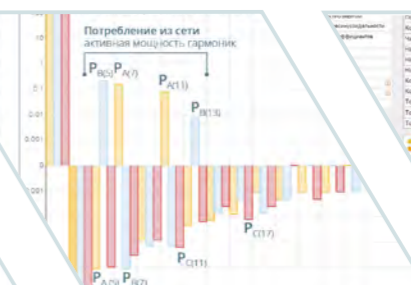
РАЗРАБОТАНО И ПРОИЗВЕДЕНО В РОССИИ



КОММЕРЧЕСКИЙ СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ



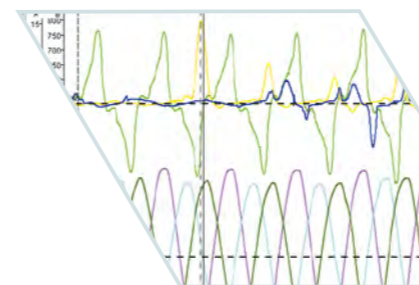
ИЗМЕРИТЕЛЬ И АНАЛИЗАТОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ



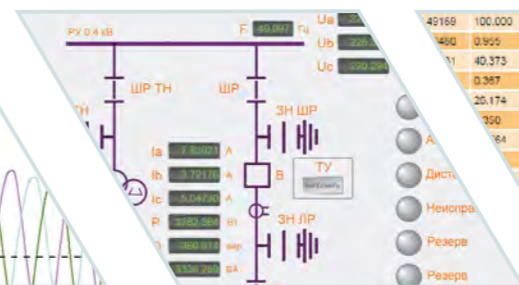
ВЫСОКОТОЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ



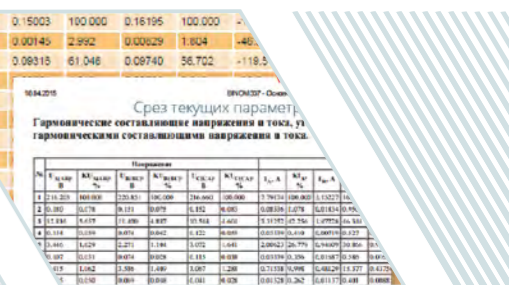
ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАТОР АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ



КОНТРОЛЛЕР ТЕЛЕМЕХАНИКИ



АСУ ТП ПРИСОЕДИНЕНИЯ В ОДНОМ ПРИБОРЕ



# Цифровая сеть начинается со сбора данных и удаленного управления



МЭК 61850-8-1: клиент/сервер MMS, публикатор/подписчик GOOSE,  
МЭК 60870-5-104, Modbus RTU, Modbus TCP  
Встроенные дискретные выходы, дискретные и аналоговые входы  
2 x RS-485, 1 x RS-232, 1 x Ethernet 100Base-TX, 3G/2G, ГЛОНАСС/GPS

Гарантия 5 лет

Описание и цены на [enip2.ru](http://enip2.ru)

 инженерный центр  
**энергосервис**

**«КРУГ»**  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ  
ФИРМА

**АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ И  
ТЕПЛОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ**

## ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

- АСУ ТП котлоагрегатов / турбогенераторов
- АСУ ТП ТЭЦ / ТЭС / ПГУ / ГТУ / ГРП
- Компьютерные тренажерные комплексы

## ТЕПЛОСЕТИ

- Система диспетчерского управления теплоснабжающей компании
- АСУ ТП котельных, насосных станций, тепловых пунктов

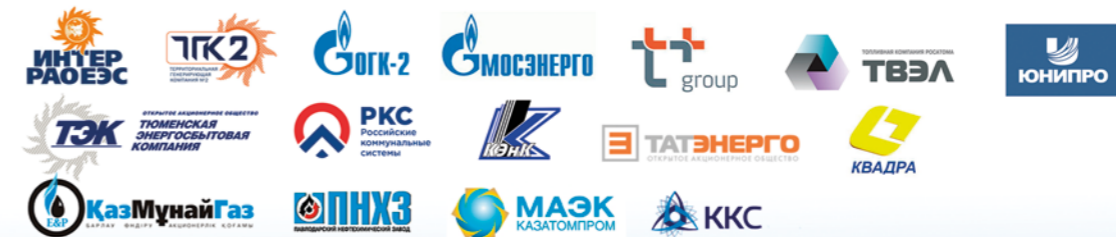
## ЭЛЕКТРОСЕТИ

- Система диспетчеризации и учета энергопотребления электросетевой / энергосбытовой компании

## УЧЕТ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

- АИСКУЭ / АИСТУЭ / Комплексный учет энергоресурсов / Телемеханика

## ЗАКАЗЧИКИ



**27 лет** на рынке  
промышленной автоматизации

**850+** проектов  
автоматизации

**450+** проектов автоматизации  
объектов энергетики и теплосетей



**«КРУГ» НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА**  
Тел. +7 (8412) 499-775, 499-414  
[krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)  
Участник Пензенского приборостроительного  
кластера «БЕЗОПАСНОСТЬ»

[www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)





# SCHIRTEC®

## АКТИВНЫЕ МОЛНИЕОТВОДЫ

# PLUS

**ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТЕР  
АВСТРИЙСКОЙ КОМПАНИИ «Schirtec AG»  
на территории Республики Казахстан**

**SCHIRTEC.KZ**

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22, Технопарк КазНТУ, оф. 4,  
тел.: +7-705-111-66-68, +7-707-109-99-74, +7-775-340-40-41  
e-mail: schirtec.kz@gmail.com, molniezashita.i.zazemlenie@mail.ru  
skype: schirtec.kz



## Преобразователи (датчики) для энергетиков ОТ ООО «НПО «ГОРИЗОНТ ПЛЮС»

[www.gorizont-plus.ru](http://www.gorizont-plus.ru)

Компания ООО «НПО «Горизонт Плюс» (г. Истра, Московской обл.) предлагает приборы собственной разработки для измерения тока, напряжения и активной мощности. Преобразователи сертифицированы, внесены в Госреестр СИ РФ и представляют достойную замену импортным аналогам по соотношению цена/качество.

**Высоковольтные  
электронные  
клещи КТ-1000-В  
для измерения тока  
до 1000 А при  
напряжении на  
токовой шине  
до 10 000 В**



Компания ООО «НПО «Горизонт Плюс» осуществляет бесплатную доставку преобразователей во все регионы РФ и в страны СНГ.

**+7 929 924 79 27, +7 929 924 87 89**  
[www.gorizont-plus.ru](http://www.gorizont-plus.ru)

**Преобразователи измерительные  
тока серии ПИТ для измерения тока  
от 40 мА до 25 000 А**



**Преобразователи  
измерительные  
напряжения ПИН  
от 50 В до 3000 В**



**Преобразователи измерительные  
мощности серии ПИМ  
для контроля активной мощности  
в диапазоне от 1 до 4000 кВт**

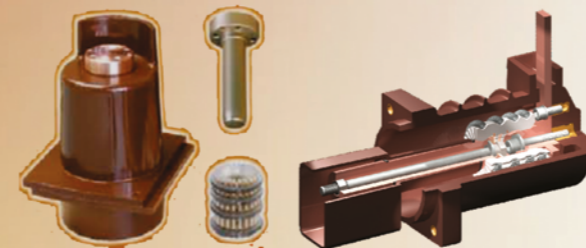


Преобразователи (датчики) обеспечивают гальваническую изоляцию входных и выходных цепей, удобный выходной интерфейс 0-20 мА (4-20 мА).

**ОЧИСТКА ВОЗДУХА  
ДЛЯ  
ГАЗОВЫХ ТУРБИН И РОТОРНЫХ МАШИН**



**Производство электрооборудования для КРУ, КСО 6–35 кВ**



**Изоляторы, контакты**

Изоляторы опорные, проходные эпоксидные 6–35 кВ до 6000 А; контакты пластинчатые («тюльпан») на ток до 3150 А. Ток т.ст. 42 кА; узлы контактные для КРУ, ток т.ст. 42 кА, ток эл.дин.ст. 63 кА. Покрытие контактных поверхностей Cr 12–18 мкм.

**Устройство дуговой защиты УДЗ 00 Радуга-ПС УХЛЗ.1 с волоконно-оптическими датчиками (ВОД) для селективной защиты до пятидесяти шкафов КСО, КРУ 6–35 кВ**

- количество полимерных ВОД ..... до 192 шт.
- количество каналов на отключение нескольких ступеней выключателей ..... до 48/96 шт.
- время срабатывания не более, мс ..... 5 + Тмтз
- время сохранения работоспособности при отключении питания, с ..... 5
- диапазон рабочих температур, °С ..... от -40 до + 55
- высокая надёжность за счёт максимальной децентрализации
- защита от ложных срабатываний (солнечный свет, лампы люминесцентные и накаливания)

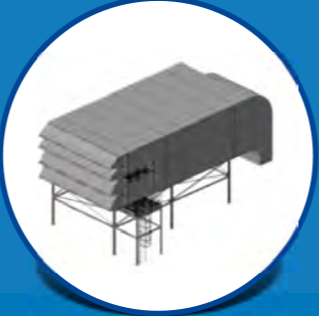
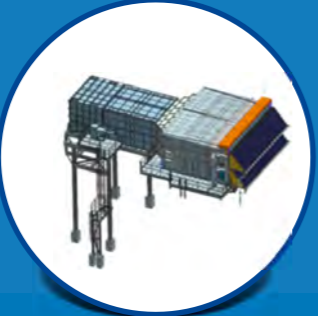


**ВОЗДУХООЧИСТНЫЕ УСТРОЙСТВА ВОУ (КВОУ)**

**ИМПУЛЬСНЫЕ КВОУ ОТ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ И СНЕЖНЫХ ЗАНОСОВ**

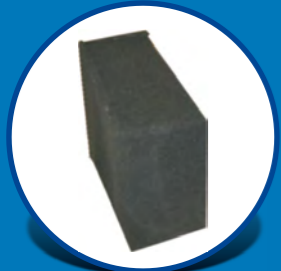
**КЛАССИЧЕСКИЕ КВОУ С КОМПАКТНЫМИ ФИЛЬТРАМИ**

**КАНАЛЬНЫЕ КВОУ НИЗКОЙ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ**



**СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ ФОЛТЕР  
СРОК СЛУЖБЫ ОТ 2-Х ДО 3-Х ЛЕТ / КОМПАКТНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ В КВОУ / ПОНИЖЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ**

**КОМПАКТНАЯ 3-Х СТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА**



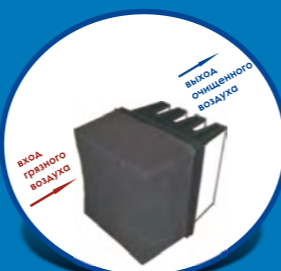
**ВЛАГУЛОВИТЕЛЬ ВО КЛАСС G2**



**РЕВЕРСИВНЫЙ ФИЛЬТР ФГО КЛАСС G4**



**ФТО КЛАСС F8-F9**



**3-Х СТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ В РАБОЧЕМ ПОЛОЖЕНИИ**



**РЕВЕРСИВНЫЙ ФИЛЬТР ГРУБОЙ ОЧИСТКИ (ФГО) КЛАСС G4 С ВЛАГУЛОВИТЕЛЕМ КЛАСС G2**



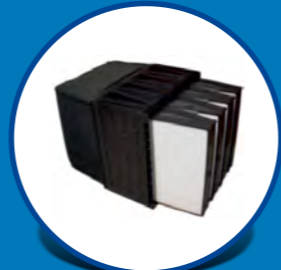
**ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ (ФТО) КЛАСС M6-F9**



**ФИЛЬТР ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ (ФЭО) КЛАСС E10-H13**



**4-Х СТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ В РАБОЧЕМ ПОЛОЖЕНИИ**

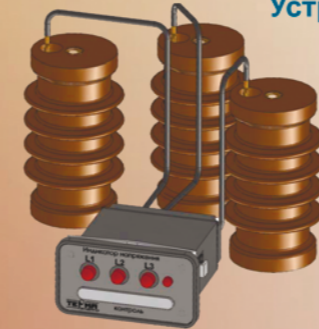


ООО «НПП «ФОЛТЕР»  
127238, г. Москва, Дмитровское шоссе,  
д. 46, к. 2, строение 2, этаж 8, комната 18  
тел./факс: (499) 519-13-99, (499) 287-17-99  
folter@folter.ru; www.folter.ru

+7 (499) 519-13-99  
**www.folter.ru**

Эксклюзивный поставщик в Казахстане  
ООО «ФР-МАРКЕТ»  
142211, Московская обл.,  
г. Серпухов, ул. 1-я Московская,  
д. 44/16, помещение 5  
e-mail: fr-market@bk.ru

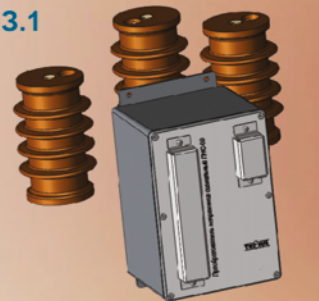
**Устройства индикации напряжения (стационарные указатели напряжения) серии ИН 3–10 для КСО, КРУ 6–35 кВ**



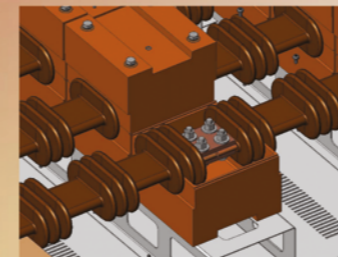
- ИН 3–10-00 (-02, -03, -05) УХЛЗ для контроля напряжения, IP41, IP67
- ИН 3–10P-00 (-03, -05) УХЛЗ с двумя реле «сухой контакт» для блокировки ошибочного включения заземлителя, дистанционного контроля напряжения, замыкания фазы на «землю», АВР и др. IP41
- не нужно отключать при высоковольтных испытаниях

**Преобразователь напряжения сигнальный ПНС-01 УХЛЗ.1**

- предназначен для замены трансформатора напряжения (ТН) в цепях защиты и автоматики
- номинальное входное напряжение, кВ ..... 6–35
- номинальное выходное напряжение, В ..... (57,7±100)±(1+5 %)
- номинальный ток нагрузки, мА ..... 10
- не нужно отключать при высоковольтных испытаниях
- имеет меньшую стоимость, вес и габариты по сравнению с ТН
- отсутствуют резонансные явления, которые могут возникать в ТН.



**Прямоугольные токопроводы 6(10) кВ с воздушной и двойной (литой) изоляцией**



- максимальное рабочее напряжение ..... 12 кВ
- номинальный ток ..... до 4000 А
- ток т.ст. .... 40 кА, 3 с

192029, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Дудко, 3, т. +7(812) 347-89-31, т./ф. +7(812) 640-11-28  
e-mail: ilinsky@terma-spb.ru izol@terma-spb.ru www.terma-energo.ru



## УМНЫЙ ПУЛЬТ | SMART CONSOLE

Пульты диспетчера премиум-класса серии «ТЕХНОКОНСОЛЬ» с системой автоматизированной регулировки рабочих поверхностей предназначены для круглосуточного режима эксплуатации в диспетчерских пунктах, центрах мониторинга, ситуационных центрах.



Максимальное соответствие требованиям эргономики



Индивидуальная настройка высоты двух независимых рабочих поверхностей



Скошенный край рабочей поверхности для комфортного расположения рук



Размещение большого количества оборудования и мониторов



Высокое качество используемых материалов



Док-станция для быстрого подключения оборудования



Защита от НСД (несанкционированный доступ)



Самодиагностика и предотвращение неполадок



Возможность управление со смартфона



Модульность конструкции и наращивание функционала



Конкурентоспособная цена



**КОНСЭРГО**  
специализированная промышленная мебель

до **1** мес.  
срок поставки

Специализированная  
промышленная мебель  
**КОНСЭРГО®\***

От операторных до центральных диспетчерских

**IP21-IP54**  
степень защиты

**10 лет**  
минимальный срок  
эксплуатации

**до 9 баллов**  
сейсмостойкость

**Г1**  
группа горючести

\*Производится с 1992года

### Мы предлагаем:

- ✓ Готовые решения. Комплексное оснащение специализированной мебелью
- ✓ Дооснащение помещения. Строгое соответствие корпоративному стилю
- ✓ Индивидуальные решения. Строгое соответствие ТЗ



ООО «ПНЕВМОКОНТ»  
производитель специализированной  
промышленной мебели КОНСЭРГО®

info@consergo.ru  
consergo.ru

**ТЕХНОКОНСОЛЬ**  
ДИСПЕТЧЕРСКАЯ МЕБЕЛЬ

+7 (8412) 22-21-50  
+7 (8412) 22-21-51

sales@technoconsole.ru  
www.technoconsole.ru

Россия, 440028, г. Пенза,  
ул. Германа Титова, д 1 лит.Г

участник Пензенского приборостроительного кластера "Безопасность"

# Решение по удаленному мониторингу объектов с использованием оборудования связи от компании RAD



**22 года мы строим для Вас этот мир без проводов**

Дмитрий ВИТОШНОВ  
руководитель отдела технической поддержки  
ТОО «ADVANTEK SYSTEMS»

В современных распределённых инфраструктурах, где оборудование может находиться на значительном удалении от центрального офиса или технического пункта, критически важно обеспечить надёжную, безопасную и отказоустойчивую связь для передачи данных о состоянии устройств, датчиков, систем телеметрии и управления. Для решения этой задачи, компания RAD Data Communications предлагает шлюзы SecFlow-1c одно из эффективных решений для таких задач.

На рис. 1 ► показана примерная схема управления удаленным объектом. На удаленный объект из центрального офиса идет 2 канала связи, основной по фиксированной сети и резервный через мобильного оператора. Контролируемое оборудование имеет различные виды интерфейсов для контроля: Ethernet порты, последовательные порты RS-232 или RS-485, различные сухие контакты. Для того, чтобы все это собрать воедино и отправить в центральный офис требуется различное оборудование. Это коммутатор для организации локальной сети на объекте. Контроллер для сбора информации с датчиков через порты RS-232 или управления через сухие контакты. Маршрутизатор для подключения местной локальной сети к оператору связи и организации канала с центральным офисом. Сотовый модем для подключения к мобильному оператору. И возможно что-то еще.

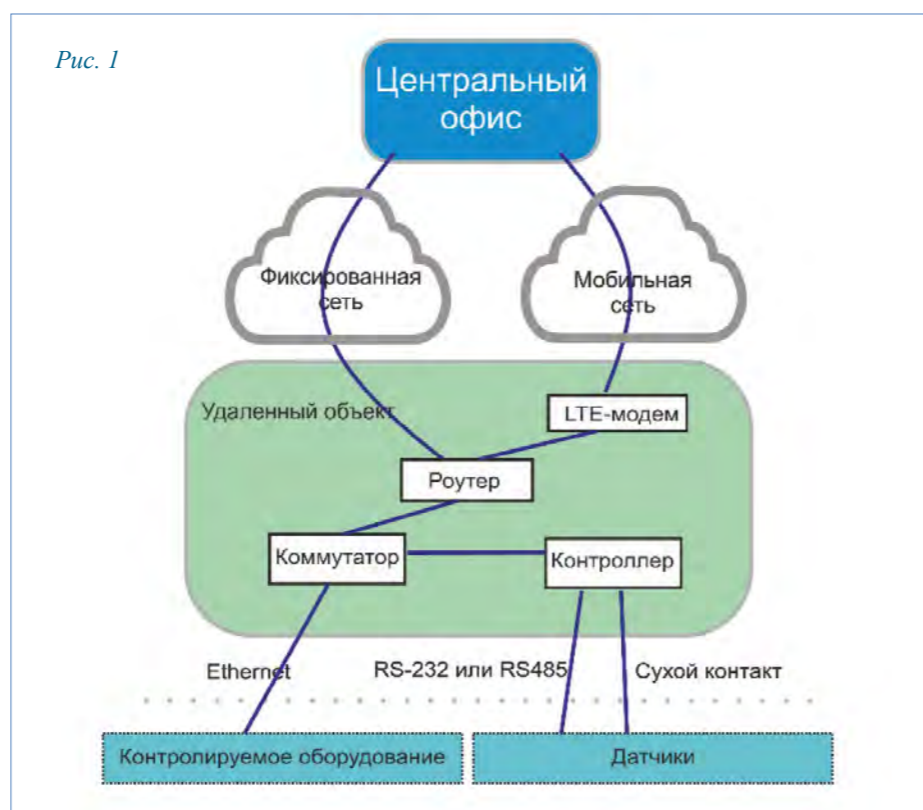


Рис. 1

Одним словом, набирается достаточно большое количество оборудования. Это оправдано если удаленный объект у нас достаточно большой с большим количеством контролируемого оборудования.

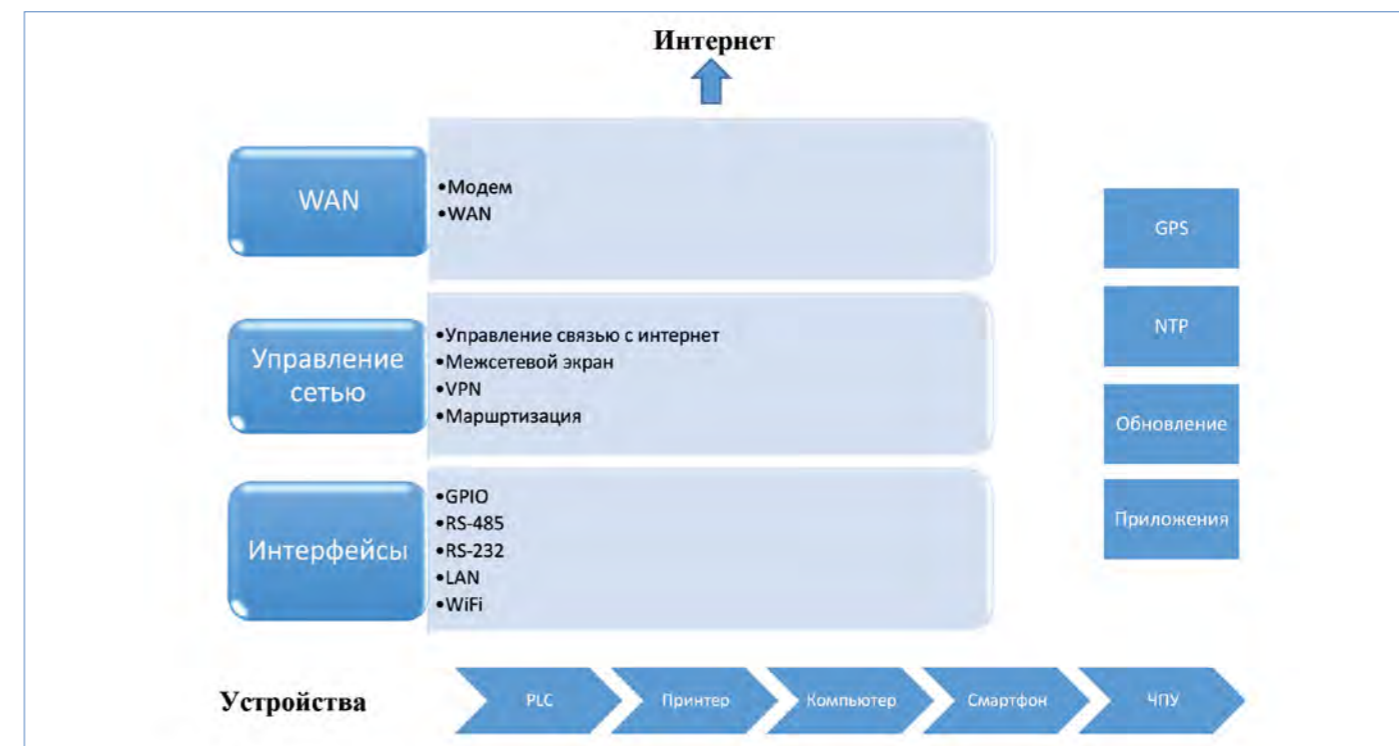
Но что делать если речь идет о маленьких объектах, где требуется к примеру 1 порт RS-232, один или два порта Ethernet, и паре сухих контактов?

Промышленный сотовый маршрутизатор SecFlow-1c с двумя SIM-картами – это серия надежных маршрутизаторов, обеспечивающих высокоскоростное и стабильное мобильное соединение для межмашинных приложений (M2M).

Основанные на технологиях 3G/4G LTE и 5G, устройства используют высокопроизводительный процессор и встроенную операционную систему.

Оснащенный портами Ethernet, портами RS232/RS485, Wi-Fi, GPIO, он может широко использоваться в телекоммуникациях, финансах, информационных СМИ, электротехнической промышленности, розничной торговле, автомобильной промышленности и природоохранной отрасли.

Все маршрутизаторы SecFlow-1c имеет такую программно-аппаратную архитектуру (см. рис. 2 ▼)



Разворачивать весь перечисленный набор оборудования становится дорого и неэффективно. Для решения такой задачи, компания RAD предлагает использовать новое решение семейства «Промышленных компактных сотовых маршрутизаторов SecFlow-1c»

Доступ к частной сети APN/VPDN и резервное копирование с двух SIM-карт гарантируют безопасность передачи данных и обеспечивают высокоскоростную и надежную маршрутизацию и передачу данных.

Семейство состоит из 3-х моделей:

**SecFlow-1c-5G (Рис. 3)**

**Характеристики:**

- Промышленный дизайн, монтаж на DIN рейку,
- Модем **5G SA/NSA**,



Рис. 3



Рис. 4

- Надежное соединение с 2-мя SIM картами,
  - Wi-Fi 6/5/2.4 ГГц,
  - Соединение VPN,
  - 4 порта Ethernet (1 WAN, 3 LAN),
  - 1 x RS-232 + 1 x RS-485 порты,
  - Приемник GNSS,
  - Bluetooth BLE 5.2.
- SeFlow-1c-4G (Рис. 4)**
- Характеристики:**
- Промышленный дизайн, монтаж на DIN рейку,
  - Модем **4G LTE Cat 4**,
  - Надежное соединение с 2-мя SIM картами,
  - Wi-Fi IEEE802.11 d/g/n/ac 5/2.4 ГГц,
  - Соединение VPN,
  - 4 порта Ethernet (1 WAN, 3 LAN),
  - 1 x RS-232 + 1 x RS-485 порты,
  - 3 порта GPIO,
  - Приемник GNSS,
  - Обновление ПО в поле при помощи TF карты,
  - Внешнее хранилище данных.
- SecFlow-1c-4Gm (Рис. 5) ▶**
- Характеристики:**
- Промышленный дизайн, монтаж на DIN рейку,
  - Модем **4G LTE Cat 4**,
  - Надежное соединение с 2-мя SIM картами,
  - Wi-Fi IEEE802.11 d/g/n/ac 2.4 ГГц,

- Соединение VPN,
  - 2 порта Ethernet (1 LAN/WAN, 1 LAN),
  - 1 x RS-232 / RS-485 порт,
  - 2 порта GPIO.
- Рассмотрим основные режимы работы.

**Подключение к внешней сети**

Маршрутизатор может быть подключен к внешней сети 3-мя способами:

1. Через проводной порт WAN со скоростью до 1000Мбит/сек,
2. При помощи сотового модема 5G или 4G в зависимости от модели,
3. Как WiFi клиент.

Любой из этих трех режимов может быть установлен как основной, а остальные выбраны резервными. В настройках модема устанавливается IP-адрес сервера, связь с которым должен обеспечивать канал, и модем периодически запускает пинг до сервера.



Рис. 5

вера. В случае отсутствия пинга, выбранный канал считается неисправным и происходит переход на резерв.

**Межсетевой экран**

Из настроек межсетевого экрана основные параметры:

- NAT – преобразование внутреннего IP-адреса сети во внешний, для работы в Интернете,
- Domain Filter – блокировка нежелательных доменов или сайтов по доменному имени. Ведется два списка «Белый» с разрешенными адресами и «Черный» для блокировки,
- Фильтр IP/MAC – так же как и фильтр доменов, этот фильтр блокирует или разрешает связь по IP или MAC адресу удаленного устройства,
- DDOS – Фильтр DDOS защищает устройство от различных внешних атак DDOS, цель которых перезагрузить устройство потоком ложных запросов со множества устройств, делая устройство недоступным.

**VPN - соединения**

Виртуальная частная сеть (VPN) – это зашифрованное соединение через Интернет от устройства к сети. Зашифрованное соединение помогает обеспечить безопасную передачу конфиденциальных данных. Оно предотвращает несанкционированный

доступ к корпоративной сети и позволяет пользователю работать удаленно. Устройство предоставляет множество функций VPN, которые могут применяться в различных отраслях и приложениях. Основные протоколы PPTP клиент и сервер, L2TP клиент и сервер, OpenVPN клиент и сервер, IPSec, туннель GRE.

**Управление при помощи SMS**

Управление при помощи SMS позволяет управлять модемом удаленно. Имеется 9 основных команд. Пользователь может перезагрузить устройство, заменить SIM-карту, восстановить заводские настройки или получить информацию о состоянии устройства, отправив SMS-сообщение с правилом: «SMS-сообщение» – пароль. Например, для перезагрузки устройства можно отправить SMS-сообщение «reboot admin01» на номер мобильного телефона этого устройства.

**Сервис DDNS**

Динамический DNS (DDNS или DynDNS) – это метод автоматического обновления сервера имен в системе доменных имен (DNS). Чаще всего он используется, когда у конечного пользователя есть динамический IP-адрес, и он хочет привязать его к статическому имени хоста.

Устройство совместимо со многими сторонними DNS-сервисами, которые предоставляют возможность создать собственное имя хоста и привязать его к IP-адресу. Сервис DDNS периодически обновляет информацию об IP-адресе имени хоста, гарантируя,

что устройство останется доступным по тому же имени хоста даже в случаях изменения его IP-адреса.

**Сервис MQTT**

MQTT – 0150 (Message Queuing Telemetry Transport) – это легкий, открытый протокол обмена данными, специально разработанный для Интернета вещей (IoT) и межмашинного взаимодействия (M2M). Он обеспечивает эффективную передачу небольших сообщений между устройствами, работающая поверх TCP/IP, даже в условиях низкой пропускной способности или нестабильной связи. В настройках модема устанавливается IP-адрес сервера и настраивается протокол авторизации. Устройство поддерживает функциональность через брокер Mosquitto с открытым исходным кодом.

**Сервис работы с портами RS232/RS485**

Модем предоставляет прямое соединение с портом RS-232 в одном из режимов клиент или сервер. Сервер принимает входящие соединения, а в режиме клиент сам вызывает удаленный порт сервера.

**Протокол Modbus**

Устройство работает с протоколом Modbus в следующих режимах.

1. Modbus RTU master – когда данные собираются через порт RS232/RS485, а затем отправляются на центральный сервер MQTT, HTTP или TCP,
2. Modbus TCP master – данные запрашиваются по протоколу TCP, а затем публикуются на сервер,

3. Modbus TCP to RTU – В этом режиме устройство собирает данные и отправляет их на другое RTU.

**Соединение WiFi**

Устройство имеет на борту WiFi адаптер. В зависимости от модели он имеет различные характеристики. Так в SecFlow-1c-5G установлен 3-х диапазонный модем, работающий в диапазонах 2,4ГГц, 5 и 6 ГГц. Модем соответствует стандартам IEEE 802.11 b/g/n/ac/ax.

На маршрутизаторе SecFlow-1c-4G стоит 2-х диапазонный модем. И работает по стандартам IEEE 802.11b/g/n/ac.

На маршрутизаторе SecFlow-1c-4Gm стоит простой модем для диапазона 2,4ГГц. И работает по стандартам IEEE 802.11b/g/n.

Дополнительно хочется отметить низкую стоимость данных маршрутизаторов, что позволяет им активно конкурировать на мировых рынках по сравнению с аналогичным оборудованием.

Таким образом на основе сказанного можно сделать вывод, что шлюз RAD SecFlow-1c – это универсальное промышленное решение для организации удаленных систем мониторинга, сбора телеметрии и передачи данных в реальном времени. Он сочетает в себе устойчивую связь, кибербезопасность, гибкость интеграции и простоту развертывания, что делает его подходящим инструментом для многих отраслей: от энергетики и нефтегаза до инфраструктурных систем и распределенных IoT-сетей.



ADVANTEK SYSTEMS – официальный партнер RAD Data Communications  
 Обращайтесь по всем интересующим вопросам касательно технологической связи.  
 Наша компания «ADVANTEK SYSTEMS», имеющая за плечами громадный опыт построения беспроводных систем передачи данных для крупных энергетических компаний в Казахстане всегда готова поделиться этим опытом и оказать Вам консультационные услуги.  
 Тел.: + 7 701 717 7019,  
 + 7 707 717 7019 WhatsApp,  
 akli@as.kz.

# Самый электрический закон. Как Георг Симон Ом сделал электричество измеримым

*В истории науки есть открытия, которые похожи на молнию: они ярко вспыхивают, мгновенно меняют представления современников и почти сразу входят в учебники, лаборатории и промышленность. Но есть и другие открытия – тихие, строгие, почти лишенные внешнего блеска. Их сила раскрывается медленнее. Они не производят шума в день публикации, не сразу очаровывают коллег, не обещают моментальной славы своему автору. Зато именно такие открытия часто и оказываются самыми долговечными, потому что меняют не одну частную область, а сам способ думать о природе. Закон Ома относится именно к таким редким явлениям в истории науки. Он не был театральным триумфом, не сопровождался оглушительным общественным восторгом и не превратил своего создателя в мгновенную знаменитость. Но именно он сделал электричество измеримым, а значит – расчетным, технически управляемым и по-настоящему пригодным для инженерного мира. Сегодня любая энергетика, от старой городской кабельной сети до сложной цифровой подстанции, опирается на ту простую связь между током, напряжением и сопротивлением, которую Георг Симон Ом сформулировал в первой трети XIX века. Биография самого Ома и судьба его закона интересны именно потому, что в них видно, как рождается зрелая техника: сначала из любопытства, потом из опыта, затем из числа, и лишь после этого – из машин, сетей и больших систем.*



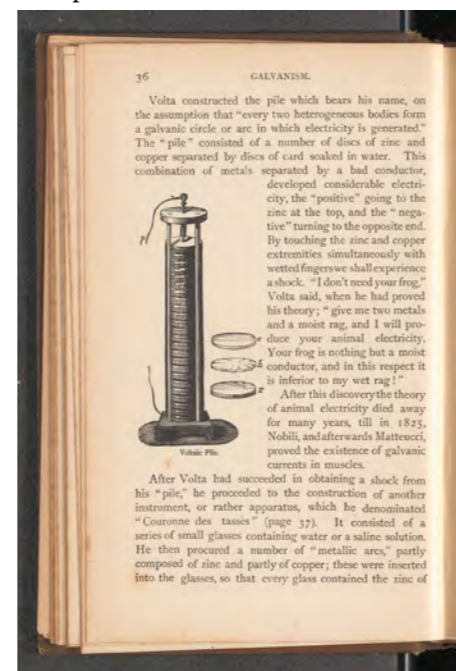
До Ома электричество уже успело стать модной и волнующей темой европейской науки, но еще не стало тем, что инженер мог бы уверенно считать на бумаге. В XVIII веке оно было, скорее, областью удивительных явлений. Ученые и любители физики электризовали тела трением, наблюдали искры, накапливали заряд в лейденских банках, спорили о природе электрического «флюида» и ставили опыты, которые одинаково хорошо смотрелись и в академическом кабинете, и в публичной лекции. Электричество привлекало воображение, но еще не подчинялось строгому методу так, как подчинялись ему механика или астрономия. Оно казалось почти капризной силой: ее можно было вызвать, усилить, передать, разрядить, но трудно было сделать предметом надежного сравнения. Для такого превращения науке не хватало прежде всего устойчивого источника тока. Пока электрические явления были в значительной степени разовыми и кратковременными, исследова-

тель оставался в положении человека, который каждый раз заново вызывает эффект. Чтобы появилась настоящая теория цепи, нужен был не фокус, а постоянство.

Именно это постоянство и принес Алессандро Вольта. Его вольтов столб, созданный около 1800 года, стал переломом не только потому, что дал ученым новый прибор, но и потому, что впервые позволил работать



с непрерывным током. С этого момента электричество перестало быть исключительно зрелищем и стало лабораторной реальностью, которую можно было повторять, сравнивать и измерять.



С изобретением Вольты электрическая наука словно получила дыхание. Теперь эксперимент можно было не ждать и не вызывать случайно, а создавать по собственной воле. Именно в этом была истинная революционность вольтова столба. Он открыл возможность задавать электричеству систематические вопросы: как оно проходит через проводники, почему одни материалы ведут себя не так, как другие, как изменяется действие цепи при увеличении длины провода, почему один источник действует сильнее другого. Исследователи по всей Европе быстро почувствовали, что перед ними уже не коллекция эффектов, а целый новый мир закономерностей. Но даже в этой новой ситуации электричество оставалось отчасти загадочным. Ученые видели его действия, могли воздействовать на них, но еще не располагали общей ясной картиной. Нужно было, чтобы электричество показало себя не только в проводнике, но и в пространстве вокруг него.



Это сделал Ханс Кристиан Эрстед. В 1820 году он обнаружил, что провод с током отклоняет магнитную стрелку. На первый взгляд опыт был прост, почти даже скромен. Но значение его было огромным. Электричество оказалось связанным с магнетизмом, а ток – источником магнитного действия. Старые границы между двумя областями физики начали рушиться. Там, где раньше видели отдельные явления, стала проступать глубокая связь. Для Ома этот момент был важен не только как внешний научный фон. После открытия Эрстеда стало ясно, что электрические явления можно исследовать по их измеримому действию, а значит – искать строгие зависимости между причиной и результатом.

Андре-Мари Ампер почти немедленно развил открытие Эрстеда и показал, что оно не случайность, а дверь в новую науку. Он доказал, что проводники с током взаимодействуют между собой и что электромагнитные явления можно описывать количественно. Именно Ампер сделал следующий шаг от впечатляющего опыта к теоретической системе. Вольта дал постоянный ток, Эрстед обнаружил его магнитное действие, Ампер начал строить математику токов. Но между этими великими шагами и будущей электроэнергетикой все еще оставался один пробел. Наука уже знала, что электричество можно получать, что ток действует на магнитную стрелку и что токи взаимодействуют друг с другом. Однако все еще не было простого рабочего закона, который позволил бы понять саму электрическую цепь как систему величин. Инженеру будущего нужно было знать, как связаны между собой сила тока, напряжение источника и свойства проводника. Нужна была формула, которая давала бы не философское утешение и не красивый образ, а возможность расчета. Именно эту формулу и искал Георг Симон Ом, хотя сам он, вероятно, еще не мог в полной мере представить, насколько далеко приведет его поиск.

Биография Ома поразительна своей неброскостью. Он родился 16 марта 1789 года в Эрлангене, в семье человека, не принадлежавшего к университетской элите. Его отец, Иоганн Вольфганг Ом, был слесарем, но при этом обладал редкой для своего времени интеллектуальной самостоятельностью: он сам занимался математикой, физикой, философией и сумел дать детям великолепное домашнее образование. Для истории науки это не мелочь. Очень многое в характере Ома – его терпение, методичность, уважение к строгому рассуждению – выросло именно из этой среды, где знание не было украшением статуса, а было делом внутренней дисциплины. Детство Ома не похоже на романтические легенды о будущих гениях. Там нет ни блестящего покровителя, ни ранней академической карьеры. Напротив, вся его молодость прошла под знаком упорного самообразования и материальных трудностей. Он учился в Эрлангенском университете, но из-за финансовых обстоятельств рано

был вынужден зарабатывать преподаванием. Эта учительская линия пройдет через почти всю его жизнь и станет одной из причин его двойственной судьбы: человек, создавший закон, на котором стоит огромная часть электротехники, долгое время оставался для современников прежде всего школьным преподавателем, а не звездой академии.

В 1817 году Ом получил место в Иезуитской гимназии в Кельне. На первый взгляд это был лишь очередной профессиональный шаг в жизни преподавателя математики и физики. На деле же именно это назначение стало решающим. В гимназии была хорошо оснащенная физическая лаборатория, а значит, Ом получил то, чего ему прежде недоставало, – возможность проводить собственные систематические эксперименты. Надо помнить, что электричество того времени было исследовательской областью, где многое зависело от качества аппаратуры. Нестабильность источников, несовершенство приборов, трудность воспроизведения опыта – все это делало любой количественный вывод намного более хрупким, чем нам сегодня кажется. Ом подошел к этой задаче не как человек, ищущий эффектного результата, а как исследователь, которого интересует внутренняя связь величин. Он стал изучать, как изменяется электромагнитное действие тока в зависимости от длины проводника и условий цепи. Его работы 1825 и 1826 годов были еще не финалом, а движением к финалу: он постепенно освобождал явление от мешающей случайности, искал устойчивые соотношения и проверял, можно ли описать электрический ток с той же строгостью, с какой Фурье описывал теплопроводность. Именно здесь становится видно, насколько Ом был ученым нового типа. Он не хотел довольствоваться описанием того, что происходит. Его интересовало, в каком отношении это происходит.

Для самой идеи закона Ома чрезвычайно важно влияние математического подхода. Историки науки подчеркивают, что Ом мыслил проводимость по аналогии с распространением тепла и строил свою теорию под сильным впечатлением от трудов Фурье.

В те годы это был не просто удобный прием, а настоящий методологический вызов. Немецкая физика первой трети XIX века нередко предпочитала качественное, менее математизированное рассуждение. Ом же открыто ставил вопрос о строгой дедуктивной теории цепи. Он фактически утверждал, что электрическое явление можно описывать не как совокупность наблюдений, а как систему величин, связанных внутренним законом. Эта позиция была сильной, но и рискованной. Она требовала от читателя подготовленности, терпения и согласия с тем, что природа поддается математическому упорядочению даже там, где совсем недавно господствовала почти экспериментальная поэзия. В этом смысле книга Ома была не только сообщением нового факта, но и манифестом нового стиля физики. Он предлагал считать электричество. Для ученых, выросших в другой традиции, это могло выглядеть слишком сухо, а в чем-то даже самонадеянно. Но именно в этой сухости и заключалась сила будущей техники. Электричество должно было пройти через дисциплину числа, иначе оно так и осталось бы областью великодушных, но плохо управляемых эффектов.

В 1827 году появилась книга, которая и принесла Ому бессмертие – «Гальваническая цепь, разработанная математически». В ней был сформулирован закон, который сегодня каждый студент записывает без особого волнения: ток в проводнике прямо пропорционален приложенному напряжению и обратно пропорционален сопротивлению. Современная запись  $I = U / R$  выглядит почти слишком простой для великой идеи. Но именно эта простота и стала революцией. Впервые электрическая цепь получила настолько ясный, компактный и работающий язык. Сама величина сопротивления стала самостоятельным и фундаментальным понятием. Длина, сечение, материал проводника, действие источника – все это перестало быть набором разрозненных признаков и вошло в единую расчетную систему. До Ома электричество уже было предметом науки; после Ома оно стало предметом инженерии. Это не означает, конечно, что вся электротехника мгновенно родилась в тот же день. Но именно с этого момента ста-

ло возможно мыслить сеть, линией, нагрузкой и потерями не как словесными образами, а как объектами расчета. Для истории энергетики это и есть момент подлинного взросления электричества.

И все же слава не пришла сразу. Реакция научного сообщества на книгу Ома была холодной. Этот труд, несмотря на его большое влияние на теорию и применение электричества, был принят настолько прохладно, что Ом оставил свой пост в Кельне. Его работы были встречены с малым энтузиазмом, чувства автора были задеты, и в 1828 году он официально ушел в отставку, а затем преподавал в Берлине и только позже получил место в Нюрнберге. Причины этого неприятия были разными. Во-первых, математический подход Ома был непривычен многим немецким физикам его времени. Во-вторых, он не принадлежал к кругу ученых, чье мнение ранее считали решающим. В-третьих, сама его книга была написана непросто: она требовала от читателя серьезных усилий и не облегчала ему путь. История здесь особенно поучительна. Мы привыкли думать, что великое открытие немедленно распознается как великое. В действительности наука устроена тоньше и иногда жестче. Современники часто принимают новую мысль не по ее будущему значению, а по тому, насколько она соответствует их привычке думать. Ом оказался впереди привычки своей эпохи. И потому его победа сначала выглядела как поражение.

Но у больших законов есть особое свойство: они медленно, почти без шума, начинают завоевывать себе пространство через практику. Именно так случилось и с законом Ома. Электрическая техника 1830–1840-х годов стремительно выходила из лаборатории. Самым ранним и самым убедительным полем такого выхода стал телеграф. Телеграф, изобретенный Морзе в 1837 году, был первым практическим применением электричества и фактически первым практическим применением электротехники. Для истории закона Ома это обстоятельство имеет почти символическое значение. Телеграф был первой крупной системой, где электричество стало не экспериментом, а инфраструктурой.



Ранний электрический телеграф

Он связывал города, железные дороги, порты, газеты, государственные учреждения. Но телеграфная линия была длинной электрической цепью, а значит – цепью с сопротивлением. Нужно было понимать, как далеко пройдет сигнал, как скажется длина провода, какой материал лучше использовать, как уменьшить потери, как оценить состояние линии и найти неисправность. Здесь закон Ома оказался незаменим. Он давал инженеру тот минимум ясности, без которого невозможно было построить никакую протяженную электрическую систему. Телеграф научил общество ценить быстроту сообщения; закон Ома научил инженеров делать эту быстроту расчетной.

Именно телеграфия сделала сопротивление не отвлеченным понятием, а практической реальностью большого технического мира. Когда цепь становится длинной, сопротивление перестает быть кабинетной деталью и превращается в судьбу всей системы. Инженер уже не может позволить себе не думать о падении напряжения и о том, как свойства проводника влияют на результат. В этом смысле закон Ома стал школой нового профессионального мышления. Он приучил смотреть на электричество не как на чудесную силу, а как на среду, где всякий эффект имеет свою цену в величинах. Из этой культуры постепенно выросла и электрическая метрология. Нельзя было серьезно развивать линии связи и силовые цепи без общих стандартов сопротивления и без воспроизводимых измерений. Развитие единицы сопротивления и сопротивительных стандартов стало важнейшей частью научно-промышленной инфраструктуры.

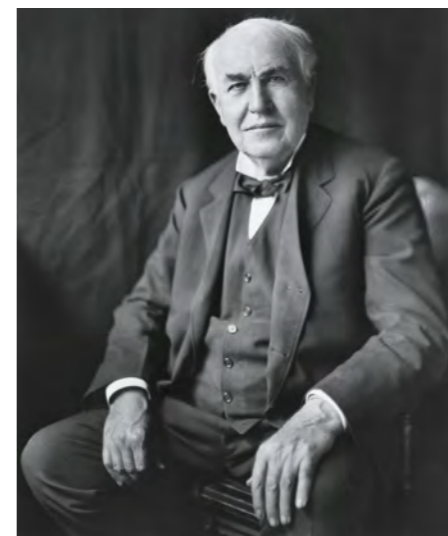


Лаборатория М. Фарадея

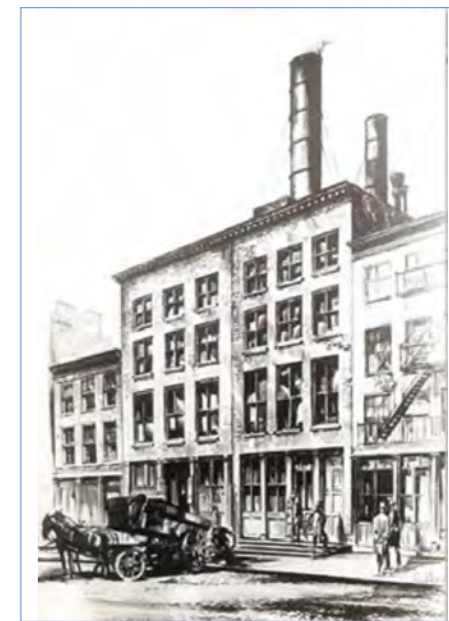
Так закон Ома повлиял не только на физическое мышление, но и на культуру точности – ту самую культуру, без которой невозможна ни энергетика, ни современная техника вообще.

Пока телеграф учил инженеров работать с длинной цепью, Майкл Фарадей открывал путь к большой электроэнергетике. Его опыты 1831 года по электромагнитной индукции показали, что меняющееся магнитное поле вызывает ток, и уже через несколько месяцев он построил первый, пусть и примитивный, электрический генератор. Для истории энергетики это шаг гигантского масштаба. Если Вольта дал химический источник тока, то Фарадей указал дорогу к промышленному производству электричества.

Но как только электричество стало возможным получать из механической энергии, потребность в законе Ома возросла еще сильнее. Генератор без цепной теории – это лишь эффектное устройство. Чтобы энергия стала услугой, сетью и отраслью, нужно было понимать, как она ведет себя в проводниках, где теряется, как падает напряжение, как выбираются параметры цепи, как рассчитываются нагрузки и элементы системы. В этом смысле Фарадей и Ом принадлежат к одной исторической линии. Фарадей сделал возможным рождение больших источников, Ом – рождение расчетной схемы, в которой эти источники могли работать. Один открыл принцип производства, другой – принцип инженерного понимания цепи.



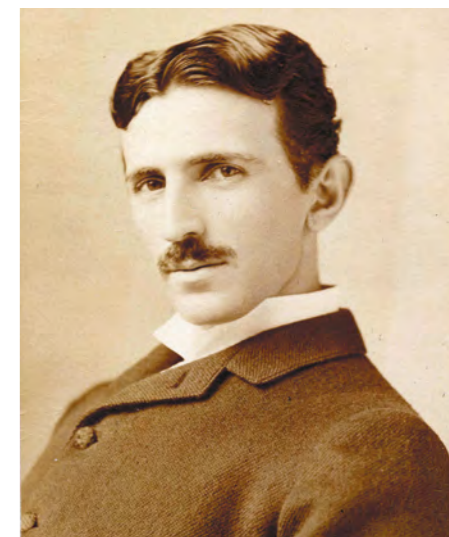
Дальнейшая электрическая революция XIX века сделала значение закона Ома уже окончательно бесспорным. Томас Эдисон не был создателем всей электротехники, но он оказался одним из тех, кто превратил электричество в городскую услугу. Первое центральное генерирующее предприятие Эдисона в Нью-Йорке в 1882 году стало важной вехой и создало большой спрос на подготовленных специалистов по электричеству. Это был момент, когда электрический свет перестал быть локальной диковиной и начал становиться частью городской жизни. Но системы постоянного тока Эдисона очень быстро упирались в пределы передачи. Чем дальше находился потребитель, тем болезненнее сказывались потери в проводниках. И здесь снова работал все тот же закон Ома, хотя теперь уже не на столе



Первая коммерческая электростанция Т. Эдисона

школьного преподавателя, а в логике городской инфраструктуры. Если проводник имеет сопротивление, то рост тока означает рост тепловых потерь. Невозможно строить разветвленную систему электроснабжения, не понимая этого. Электрификация городов в конце XIX века шла не только через лампу и генератор, но и через расчет линии, сопротивления, падения напряжения и режима работы. То, что сначала казалось сухой теорией, оказалось ежедневным хлебом эксплуатационника и проектировщика.

Никола Тесла и развитие систем переменного тока подняли этот вопрос уже на другой уровень – на уровень передачи энергии на большие расстояния. Тесла открыл и запатентовал вращающееся магнитное поле, ставшее основой большинства машин переменного тока, и разработал



трехфазную систему передачи электроэнергии. В 1884 году он приехал в Соединенные Штаты, а затем его патенты на динамо-машины, трансформаторы и моторы были приобретены Джорджем Вестингаузом. Это была не просто биографическая удача. За этим стоял переход от локального электричества к системному электричеству. Переменный ток и трансформатор дали то, чего не хватало постоянному току для большой сети: возможность повышать напряжение для передачи и понижать его у потребителя. В энергетическом смысле это и есть зрелость всей отрасли. Но техническая выгода такой системы ясна только через ту самую омовскую логику: повышение напряжения уменьшает ток при той же мощности, а уменьшение тока снижает потери в сопротивлении линий. Вся архитектура магистральной передачи тем самым в глубине своей опирается на закон Ома.

Сам Ом не дожидаясь этого триумфа. Он умер 6 июля 1854 года в Мюнхене, когда электрический век только начинал расправлять плечи. Но еще при жизни его значение наконец было признано. Он получил медаль Копли в 1841 году, за исследования гальванических цепей. Кроме того, он стал иностранным членом Королевского общества в 1842 году, а позднее полноправным членом Баварской академии.

Все это было важным, но несколько запоздалым торжеством. Пожалуй, в судьбе Ома особенно трогает именно этот поздний характер признания. Он не стал легендой при жизни в том масштабе, в каком позже стали символами Эдисон или Тесла. Но это не умаляет, а скорее возвышает его фигуру. Наука и техника часто помнят тех, кто освещал города, строил станции и приводил в движение машины. Намного реже в массовом воображении остаются люди, которые подарили этим машинам язык расчета. Между тем без этого языка невозможно было бы ни их надежное проектирование, ни их безопасная работа. В этом смысле Ом – одна из центральных фигур энергетической цивилизации, хотя внешне его жизнь была куда тише и скромнее, чем у многих его знаменитых наследников.

Посмертная судьба закона Ома оказалась не менее впечатляющей, чем его научная история. Имя автора вошло в саму систему единиц. Ом стал единицей электрического сопротивления и равен сопротивлению цепи, в которой разность потенциалов в один вольт вызывает ток в один ампер. История ома как единицы и как стандарта прошла длинный путь, от ранних материальных эталонов до современной высокоточной метрологии. Особенно важно, что этот путь не

музейный, а живой. Даже в XXI веке метрология ома остается активной областью, потому что электрическое сопротивление лежит в основе бесчисленных измерений и технологических процессов. Иначе говоря, Ом победил не только в теории, но и в повседневном языке цивилизации. Его фамилия превратилась в величину. Это редкая форма научного бессмертия. Когда имя ученого становится словом, которым ежедневно пользуются миллионы инженеров, техников, преподавателей и студентов, история перестает быть только памятью. Она становится частью работы.

Сегодня закон Ома кажется настолько очевидным, что именно поэтому его исторический масштаб часто недооценивают. Между тем он продолжает работать на всех уровнях современной энергетики. В линии электропередачи он проявляется в падении напряжения на активном сопротивлении и в тепловых потерях проводов. В трансформаторе – в сопротивлении обмоток и медных потерях. В распределительной сети – в выборе сечений кабелей, в проверке допустимых отклонений напряжения у потребителя, в анализе коротких и перегрузочных режимов. В системах защиты и автоматики – в измерительных цепях, шунтах, датчиках, преобразователях.



Даже там, где инженер оперирует уже более сложными понятиями – реактивным сопротивлением, импедансом, векторными диаграммами, гармониками, – он по существу пользуется расширением той же фундаментальной идеи: электрическая система должна быть выражена через количественную связь между воздействием и ответом. Закон Ома не заменяет всю электротехнику, но он остается ее внутренней грамматикой. Человек, который не чувствует закон Ома, не чувствует цепь. А человек, который не чувствует цепь, может пользоваться программами и таблицами, но ему будет не хватать самого важного – интуиции электрического мира.

История закона Ома показывает, что великие отрасли рождаются не только из крупных машин, но и из умения правильно ограничивать ожидания. Закон Ома не обещает объяснить всю природу электричества. Он не охватывает сразу и электромагнитное излучение, и нелинейные материалы, и поведение сложных электронных приборов. Но в этом и состоит зрелость настоящего инженерного закона: он честно описывает тот круг условий, где работает, и именно поэтому становится чрезвычайно полезным. Для огромного числа ме-

таллических проводников и установленных режимов он дает ясную и надежную зависимость. На нем строится первое приближение расчета. От него отталкиваются, когда выбирают сечение линии, оценивают допустимую нагрузку, считают потери, проверяют нагрев, ищут причину просадки напряжения, разбирают аварию на контакте или на соединении. Когда энергетик смотрит на длинную линию, на шинопровод, на кабельную вставку, на обмотку аппарата, он невольно мыслит по-омовски, даже если в расчетах рядом уже стоят реактивные составляющие, переходные процессы и программные модели. Закон Ома в этом смысле похож на хороший профессиональный навык: чем выше становится сложность системы, тем важнее иметь в основании простую и безошибочную интуицию. Не случайно именно на нем много поколений инженеров учились видеть электрическую цепь как живую реальность, а не как набор отвлеченных символов.

И, пожалуй, именно здесь лежит самый ценный исторический урок судьбы Георга Ома. Его закон победил не потому, что был эффективнее других открытий, а потому, что оказался необходимым везде, где электричество становилось делом серьезной практи-

ки. Он понадобился телеграфисту и проектировщику городского освещения, производителю измерительных приборов и строителю генераторов, преподавателю электротехники и инженеру высоковольтной сети. Позже он оказался столь же нужен в электронике, автоматике и метрологии. Такая универсальность редко достается случайной идее. Она достается только тем законам, которые попадают в самую основу технического мира. Поэтому, когда сегодня в учебной аудитории, лаборатории или на подстанции кто-то почти машинально пишет формулу закона Ома, за этим жестом на самом деле стоит длинная история превращения науки в цивилизацию. Перед нами не просто удобная зависимость из курса физики, а одна из тех точек опоры, без которых невозможно было бы ни развитие связи, ни электрическая промышленность, ни большая энергетика. С этой точки зрения заголовок «Самый электрический закон» вовсе не выглядит преувеличением. В нем есть доля подлинной исторической справедливости. Потому что закон Ома – это тот случай, когда простая формула стала ключом к огромному миру и осталась этим ключом даже тогда, когда сам мир стал несравнимо сложнее, чем во времена ее автора.

# Powerexpo ALMATY



24-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

## ЭНЕРГЕТИКА

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ



# 2026

21 - 23 октября

Казахстан, Алматы, КЦДС "Атакент"



ВИЭ



СВЕТОТЕХНИКА



КАБЕЛЬ И ПРОВОД



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



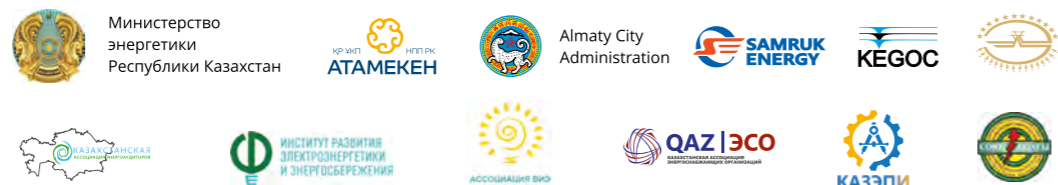
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

### ОРГАНИЗАТОРЫ:



powerexpo.kz  
powerexpo\_kz  
Powerexpokz

### ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



# MinTech

41-я Международная выставка оборудования и технологий горнодобывающей, металлургической и энергетической промышленности



# KazInterPower

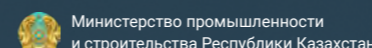
14-я Международная выставка оборудования и технологий по энергетике и электротехнике

## ПАВЛОДАР: 9-11 СЕНТЯБРЯ, 2026

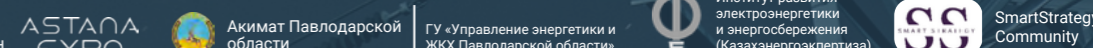


promweek.kz

### Организаторы:



### При поддержке:



2026 / 1–2 июля / Москва

XI Международная  
научно-техническая конференция

# «Развитие и повышение надежности распределительных электрических сетей»

Единственное в России мероприятие, сконцентрированное исключительно на вопросах распределительного электро-сетового комплекса — от строительства и реконструкции, обслуживания и ремонтов электросетевых объектов, внедрения технологий автоматизации до охраны труда и производственной безопасности.

Участники — главные инженеры, руководители департаментов, начальники служб охраны труда и промышленной безопасности компаний Группы «Россети», территориальных сетевых организаций, крупных промышленных и ресурсодобывающих предприятий, электросетевых компаний стран СНГ, профильных вузов, а также представители компаний-производителей оборудования и материалов для электроэнергетики.



ВИДЕОФИЛЬМ  
О КОНФЕРЕНЦИИ  
2024 ГОДА

Программа мероприятия предусматривает посещение топ-менеджерами компаний, руководителями профильных ведомств и ключевыми техническими специалистами **Технической выставки «ЭЭПиР-2025»**, а также предоставляет возможность проведения мастер-классов по практическому применению новейших технических решений.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ САЙТ [EVENT.EEPIR.RU](http://EVENT.EEPIR.RU)

ОРГАНИЗАТОРЫ



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

## В ПРОГРАММЕ:

- Тематические сессии
- Всероссийское совещание главных инженеров-энергетиков (СГИЭ)
- Техническая выставка «ЭЭПиР»

## ОТЗЫВЫ УЧАСТНИКОВ

- Считаем данное мероприятие главным событием в мире электротехники.  
**ООО «Таврида Электрик»**
- Результатами участия довольны. Аудитория качественная, напрямую связанная с энергетикой.  
**ООО «СКБ электротехнического приборостроения»**
- Крайне благодарны организаторам за полезное, интересное, позитивное мероприятие, которое всегда дает очень много обратной связи от заказчиков, положительных эмоций и результатов от общения.  
**ООО «ПиЭлСи Технолоджи»**
- По количеству настоящих специалистов, вне всякого сомнения, это мероприятие является несомненным рекордсменом.  
**ООО ПО «ФорЭнерго»**
- Конференция имеет очень важное значение не только для нашей компании, но и в целом для рынка.  
**АО «Электротехнические заводы «Энергомера»**

# ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ

4-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ  
**24–25 ИЮНЯ 2026**  
**АСТАНА, КАЗАХСТАН**

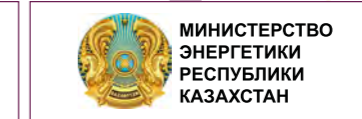
ОРГАНИЗАТОР



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ 2025



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР 2025



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР 2025



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР 2025



БРОНЗОВЫЙ СПОНСОР 2025



ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР 2025



ТЕХНИЧЕСКИЙ ВИЗИТ 2025



## СРЕДИ ДОКЛАДЧИКОВ И ПОЧЕТНЫХ ГОСТЕЙ 2025



**ОЛИМЖАН ТҮРАР,**  
заместитель директора  
департамента  
развития  
теплоэнергетики,  
Министерство  
энергетики  
Республики Казахстан




**АБДИХАМИД ДЖУРАЕВ,**  
заместитель  
председателя правления  
председателя правления  
по финансам,  
Тепловые  
электрические станции




**АЙДЫН БЕКТЕЛЕУОВ,**  
заместитель  
председателя  
правления по  
проектам,  
Karabatan Utility  
Solutions



**МАРАТ ИМАНАЕВ,**  
генеральный директор,  
Павлодарские тепловые  
сети (Павлодарэнерго)



**ЕВГЕНИЙ КРАСНОВ,**  
исполнительный  
директор, дирекция  
по энергетике,  
Евразийский банк  
развития



**САМАЛ ИСАБАЕВА,**  
департамент GR и  
Законодательные  
инициативы,  
Samruk-Энерго

## СРЕДИ УЧАСТНИКОВ МЕРОПРИЯТИЯ 2025



**ЕСЛИ ВАМ ИНТЕРЕСНО ВЫСТУПИТЬ  
С ДОКЛАДОМ ИЛИ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В ДИСКУССИИ:**

[events@vostockcapital.com](mailto:events@vostockcapital.com)  
[thermalpowercentralasia.com](http://thermalpowercentralasia.com)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ



**МФЭС**

www.expoelectroseti.ru

**2026**

17-19 ноября

Москва, Выставочный комплекс  
«ТИМИРЯЗЕВ ЦЕНТР»

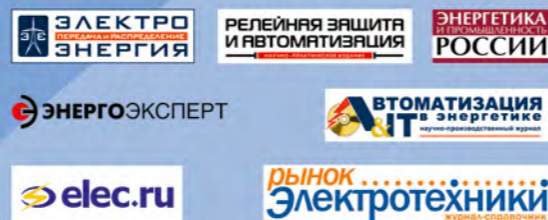
В Москве в период с 17 по 19 ноября 2025 года в Выставочном комплексе «Тимирязев Центр» состоится Международный форум «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» (МФЭС) – мероприятие, объединяющее тысячи специалистов электроэнергетической и электротехнической отраслей, научных экспертов, представителей органов государственной власти, специалистов проектного и строительного направления. Мероприятие, направленное на обсуждение и решение профессиональным сообществом приоритетных задач электросетевого комплекса с целью повышения его надежности и эффективности.

К участию в Международном форуме «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» приглашаются научные, проектные, строительные, эксплуатационные организации электросетевого комплекса России и других стран, производители электротехнического оборудования, элементов ЛЭП, разработчики и производители средств автоматизации, связи, диагностики оборудования, учета электроэнергии, разработчики и производители программного обеспечения, образовательные учреждения и отраслевые СМИ

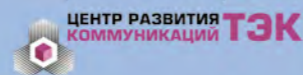
Задачи МФЭС:

- ◆ Объединение усилий лидеров отрасли по развитию электросетевого комплекса, повышению его надежности и эффективности
- ◆ Определение ключевых направлений импортозамещения
- ◆ Перспективное взаимодействие по реализации оптимизации и автоматизации бизнес-процессов, а также согласованной работы IT-систем
- ◆ Разработка стандартных пакетных решений по «интеллектуализации» и информативности отрасли

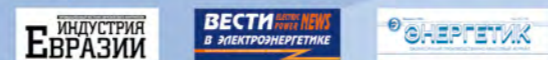
Генеральные информационные партнеры:



Генеральный коммуникационный партнер:



Информационная поддержка:



Организатор:  
ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»



Телефон: +7 (495) 640-20-80  
E-mail: exhibit@twest.ru



# MinTech

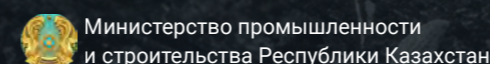
40-я Международная выставка оборудования и технологий горнодобывающей, металлургической и энергетической промышленности

**УСТЬ-КАМЕНОГОРСК: 20-22 МАЯ, 2026**

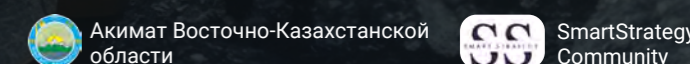


promweek.kz

Организатор:



При поддержке:





# АктобеНефтеХим

7-я Международная выставка оборудования и технологий нефтяной, газовой и химической промышленности



# MinTech

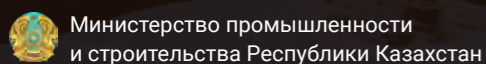
42-я Международная выставка оборудования и технологий горнодобывающей, металлургической и энергетической промышленности

**АКТОБЕ: 14-16 ОКТЯБРЯ, 2026**

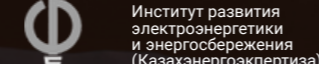
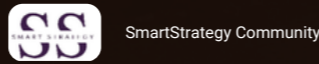
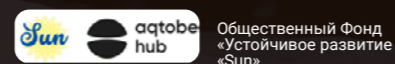
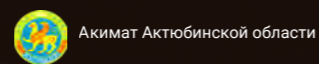


promweek.kz

Организаторы:



При поддержке:



# PowerTech Expo 2026

powertechexpo.kz

# PowerTechExpo 2026

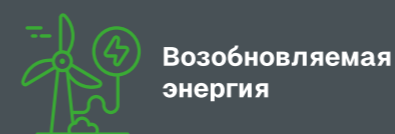
24-я Международная выставка возобновляемой и альтернативной энергии и технологий

**18-19 августа 2026**

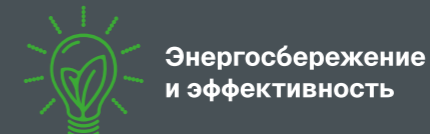
Алматы, Казахстан  
ВЦ «Атакент»



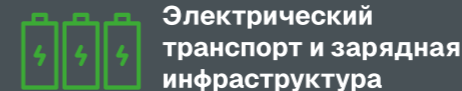
## ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ



Возобновляемая энергия



Энергосбережение и эффективность



Электрический транспорт и зарядная инфраструктура



Декарбонизация

Свяжитесь с нами:

WhatsApp:  
wa.me/+7 771 205 12 85

E-mail:  
tradefair@industriexpo.com



Отсканируйте QR-код для быстрой заявки

Организатор: **EVENT industries**

28–30 ОКТЯБРЯ

УФА 2026



# РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

32-я международная выставка

## ЭНЕРГЕТИКА УРАЛА

Специализированная выставка

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. КАБЕЛЬ

Организаторы



ПРАВИТЕЛЬСТВО  
РЕСПУБЛИКИ  
БАШКОРТОСТАН



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
ЭНЕРГЕТИКИ И ИННОВАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



Традиционная поддержка



МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ РФ

energobvk

refbvk

■ По вопросам выставки

[www.energobvk.ru](http://www.energobvk.ru)

+7 (347) 246-42-37

[energo@bvkeexpo.ru](mailto:energo@bvkeexpo.ru)

■ По вопросам форума

[www.refbvk.ru](http://www.refbvk.ru)

+7 (347) 246-42-81

[kongress@bvkeexpo.ru](mailto:kongress@bvkeexpo.ru)



Реклама. ООО «БВК», ИНН 0278179329

# БАНКЕТНЫЙ ЗАЛ НА 150 ЧЕЛОВЕК

забронируй дату на свое мероприятие



РЕЗЕРВ БАНКЕТНОГО ЗАЛА:  
+7 777 190 11 95 / +7 747 252 25 27  
[WWW.FORTVERNYI.KZ](http://WWW.FORTVERNYI.KZ)

## Жизнь, отданная энергетике Алтай Камалович КАДЫРЖАНОВ (1942–2026)

15 февраля 2026 года ушел из жизни известный казахстанский энергетик Алтай Камалович КАДЫРЖАНОВ.

Он родился в 1942 году в семье фронтовика, наркома местной промышленности Камала Кадыржанова, одного из первых металлургов-казахов, в семье которого царил культ труда и техники. Стремление к совершенствованию, рвение к образованию, любовь к искусству, литературе, языкам – характерная черта Кадыржановых. Вырасти в известной интеллигентной семье и держать достойно заданную отцом Камалом Кадыржановичем планку – нелегко и ответственно. Династия Кадыржановых внесла свой вклад в развитие металлургии, машиностроения, энергетики, философии, политологии, биологии, ядерной физики, вырастив докторов наук, членкоров, академиков, крупных руководителей производства.

17-летний Алтай после окончания школы поступил в Московский энергетический институт. Помимо желания связать свою судьбу с энергетикой, его привлекли имеющиеся при институте атомный реактор, экспериментальная ТЭЦ, мощные учебные базы, лаборатории и даже аэродром. Именно тогда сформировалось жизненное кредо Алтая Кадыржанова – государственника, для которого превыше всего стоят интересы родного Казахстана.

В 28 лет Алтай Камалович стал главным специалистом Министерства энергетики республики, это было нелегкое время в жизни молодого инженера. Именно в этот период происходили массовые повреждения линии электропередачи и отключения электроснабжения целых регионов, построенных без учета резко континентального казахстанского климата. Проявив выдержку и профессионализм, Кадыржанов днём и ночью работал над ликвидацией последствий аварий, занимаясь реконструкцией линий электропередачи целинных областей. Он был одним из организаторов технологически трудного ремонта без отключения нагрузки первой в Казахстане ЛЭП - 500 кВ от Ермака до Сарбая. В работе был задействован ряд крупнейших подразделений Минэнерго СССР. 31-летний Алтай был на хорошем счету у министра энергетики Т. И. Батурова и в 1973 году Тимофей Иванович назначил его главным инженером Алматинской ТЭЦ-1, где незадолго до этого произошел пожар. По отпуске тепловой энергии АТЭЦ-1 была крупнейшей в республике. 1973–1977 годы, когда там трудился А. Кадыржанов, для коллектива электростанции стали нелегким периодом вводов, расширений и реконструкций. Главный инженер разработал и осуществил целую программу улучшения работы теплоэлектроцентрали. Когда 35-летний Алтай Кадыржанов стал главным инженером «Алмаатаэнерго», он уже обладал управленческим опытом в энергосистеме, досконально знал нюансы технологических процессов. Август 1977 года лишним раз доказал его умение оперативно решать сложные вопросы. Селевой поток разрушил гидросооружения каскада ГЭС, что поставило под угрозу не только электроснабжение, но и водоснабжение Алматы. Под руководством Кадыржанова была проведена реконструкция каскада ГЭС и вывод её на автоматический режим работы.

В 1985 году Алтай Камалович становится генеральным директором «Алмаатаэнерго». В этот период, с 1985 по 1996 год, им были разработаны принципиально новые схемы тепло- и электроснабжения ряда регионов, приняты меры по реконструкции электросетевого хозяйства, пущены в эксплуатацию Капчагайская ГЭС, ЛЭП-500 кВ ЮКГРЭС - Алматы, заложено строительство крупнейшей на юге Казахстана Южно-Казахстанской ГРЭС и системообразующего кольца ЛЭП-220 кВ южной столицы и завершено строительство западного теплового комплекса в Алматы.

Алтай Камалович считал, что одним из условий успешной работы энергетической отрасли является деловое сотрудничество эксплуатационников, проектировщиков, энергостроителей и производителей электротехнического оборудования. Поэтому он неслучайно дал согласие возглавить ведущий проектный институт «Казэнергопроект», где он проработал с 1996 по 2003 годы.

У Кадыржанова около 70 новаторских предложений, проектов, среди них разработка принципиально новых систем теплоснабжения, энергоснабжения городов Алматы, Талдыкоргана и Алматинской области.

Алтай Кадыржанов – один из тех редких людей, кто был талантлив во многих сферах. Яркая личность, свободно владел английским и немецким языками, читал Шекспира в подлиннике, с философским складом ума, блестящим интеллектом, светлый, необычайно открытый для контактов человек.

За признанный выдающийся вклад в развитие науки, техники и технологии, а также за укрепление инженерного сообщества, Почетному энергетик СССР, члену-корреспонденту Международной инженерной академии Алтаю Кадыржанову присвоено звание «Выдающийся инженер XX века». За заслуги перед государством Кадыржанов награжден орденом «Құрмет». Имя Алтая Камаловича Кадыржанова навсегда вписано в историю казахстанской энергетики.

*Совет ветеранов энергетиков КЭА, Союз инженеров-энергетиков Республики Казахстан, редакция журнала «ENERGY.PRO», коллеги и друзья глубоко скорбят по поводу кончины Алтая Камаловича – человека, вся жизнь которого была отдана энергетике.*



## ЖУРНАЛ ENERGY.PRO

Единственное в Казахстане  
периодическое печатное  
издание по вопросам  
промышленной энергетики



Журнал ENERGY.PRO освещает актуальные проблемные вопросы и тенденции развития энергетической отрасли Казахстана, авторитетные мнения руководителей, экспертов и ученых.

Подписка принимается по подписному индексу 76246 в каталогах Казпочты и Евразии-Пресс.

С любого номера и на любой период можно подписаться через редакцию запросом на почту [2929576@mail.ru](mailto:2929576@mail.ru) или WhatsApp +7 707 292 95 76.



← Сканируйте для начала чата WhatsApp +7 707 292 95 76 по вопросам подписки и размещения рекламы

# Модульный интеллект

при испытаниях первичного электрооборудования

Раскройте весь потенциал с помощью модульного интеллекта.

CPX 200 можно точно настроить под ваши потребности благодаря модульному аппаратному и программному обеспечению, аксессуарам и индивидуальным сервисным предложениям. Вы можете начать с гибкого универсального комплекта, а затем легко расширить его до специализированной системы испытания для ваших особенных задач.

Раскройте весь потенциал с помощью:

- > 1000 А AC/DC с модулем высокого тока
- > 10 кВ AC/DC с системным компонентом HVX10
- > Диапазон частот испытаний: 1–600 Гц и DC
- > и многое другое...



Для тех, кто придает энергии.  
CPX 200 создан для вас.



ЭКРА Казахстан **ЭКРА** научно-производственное предприятие  
050059 Алматы | Казахстан  
+7 727 972 5112 | [info@ekra.kz](mailto:info@ekra.kz) | [www.ekra.kz](http://www.ekra.kz)

