

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ**  
**«окно возможностей» для повышения**  
**эффективности и управляемости**  
**энергосистем государств-участников СНГ**



*Исполнительный комитет  
Электроэнергетического Совета СНГ*

14 июля 2022г, г. Нур-Султан

## **Доклад подготовлен на основании:**

- Инициатива Республики Казахстан (высказана на совещании полномочных представителей государств – участников СНГ по рассмотрению и согласованию материалов 55-го заседания ЭЭС СНГ);
- Решение 55-го заседания ЭЭС СНГ от 25 октября 2019 года:  
*«Поручить Рабочей группе «Обновление и гармонизация нормативно-технической базы регулирования электроэнергетики в рамках СНГ» изучить опыт работы энергосистем государств-участников СНГ в части цифровой трансформации электроэнергетики и подготовить аналитический доклад о состоянии дел в государствах-участниках СНГ по данному вопросу»*

## **на базе официальных материалов, представленных:**

- ❖ Азербайджанская Республика - Министерство энергетики, АО «Азерэнержи», АО «Азерышиг»;
- ❖ Республика Армения - Министерство территориального управления и инфраструктур;
- ❖ Республика Беларусь - Министерство энергетики, ГПО «Белэнерго»;
- ❖ Республика Казахстан - Министерство энергетики, АО «KEGOC»;
- ❖ Кыргызская Республика - Министерство энергетики, ОАО «Национальная энергетическая холдинговая компания»;
- ❖ ОАО «Электрические станции», ОАО «Национальная электросетевая компания Кыргызстана»;
- ❖ Республика Молдова - Министерство экономики и инфраструктуры;
- ❖ Российская Федерация - Министерство энергетики Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, ФГБУ «Российское энергетическое агентство», Ассоциация «НП Совет рынка», ПАО «ИнтерРАО», ПАО «РусГидро», ПАО «Россети», АО «СО ЕЭС», Ассоциация «Цифровая энергетика»;
- ❖ Республика Таджикистан - Министерство энергетики и водных ресурсов;
- ❖ Туркменистан - Министерство энергетики;
- ❖ Республика Узбекистан - Министерство энергетики;

## Технологические вызовы.

### глубокая децентрализация производства энергии

- масштабное вовлечение в энергосистему распределенных энергетических ресурсов (в т.ч. ВИЭ),

- использование потенциала многофункциональных энергетических объектов (например, ко- и три-генерационных установок).

### «цифровизация» инфраструктур

- систем контроля оперативного состояния оборудования и качества энергоснабжения,  
- формирования цифровых моделей для оптимального управления функционированием и развитием энергосистемы,  
- системы интеллектуального учета энергетических потоков,  
- систем распределенной автоматизации.

### переход к интеллектуальному управлению и инжинирингу

внедрение интеллектуальных кибер-физических устройств,  
- использование методов и инструментов искусственного интеллекта для автоматического управления технологическими процессами и коммерческими отношениями, а также для автоматического инжиниринга, настройки, восстановления систем управления.

Новая технологическая модель электроэнергетики будет характеризоваться усложнением структуры энергосистемы, появлением существенной доли распределенной генерации в том числе ВИЭ, формированием новых типов субъектов управления (активных потребителей), появлением более сложных рыночных финансовых инструментов.

# Исторический и технологический контекст.

© Авторское право принадлежит ИК ЭЭС СНГ

*Өткенді еске алғанның. Болашағы жарқын болады.  
У того кто помнит прошлое будущее будет светлым.*

## Опыт совместного прорывного развития:

От 1913 года к 1956 :

выработка электроэнергии **+ 750%**  
промышленность **+ 350%**  
средства производства **+ 600 %**  
машиностроение **+ 1600%**

## Опережающее развитие электроэнергетики

1957 г. - перспективный план научных исследований по проблеме создания ЕЭС СССР

- перевод всей энергетической техники на качественно новую ступень

- комплексная автоматизация электростанций различных типов, автоматическое управление энергосистемами и ЕЭС с применением ЭВМ, с автоматическими операторами, установленными на электростанциях и подстанциях.

К концу 80-х годов - хорошо организованный и эффективно работающий электроэнергетический комплекс:

Создание мощных территориальных энергообъединений и организация их параллельной работы позволили значительно повысить эффективность работы электроэнергетики:

- удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию снизился с 590 г/кВт·ч в 1950 г. до 325,8 г/кВт·ч в 1990 г.;
- удельный расход электроэнергии на собственные нужды электростанций в % от выработки электроэнергии снизился с 6,55% в 1950 г. до 4,43% в 1990 г.;
- потери электроэнергии на ее транспорт по электрическим сетям снизились с 8,78% в 1950 г. до 8,65% в 1990 г.;
- удельная численность персонала на 1 МВт установленной мощности снизилась с 11 человек в 1950 г. до 2,85 в 1990 г.

Общий экономический эффект к концу 80-х годов в сравнении с изолированной работой энергосистем:

- снижение капитальных свыше **2 млрд руб.** в ценах 1984 г.
- уменьшением ежегодных эксплуатационных расходов на величину **1 млрд руб.**
- снижении суммарной установленной мощности электростанций за счет снижения годового максимума нагрузки и сокращения необходимой резервной мощности оценивался величиной свыше **15 млн кВт.**

# Цифровая трансформация, как определение происходящих процессов

## Эволюция развития роботов и систем управления.

«Современные системы управления» Ричард К. Дорф, Роберт Х. Бишор

### Дальнейшее развитие систем управления :

- ◆ Машинное обучение;
- ◆ Искусственный интеллект;
- ◆ Блокчейн;
- ◆ Интернет вещей;
- ◆ Новые типы датчиков;
- ◆ Большие данные и предиктивная аналитика;

Развитие процессов автоматизации и масштабного перехода от аналоговых на цифровые технологии привело к появлению новых технических понятий которые вошли в употребление в профессиональной среде. Несмотря на то, что многие институты развития различного уровня (международные организации, государственные органы, корпорации и компании, научные организации) предложили свои определения с описаниями этих понятий в том числе и для электроэнергетики, общепринятого их определения пока не сложилось ни в научной литературе, ни в международных руководствах по статистическому измерению, ни в государственных документах.

Одним из направлений сотрудничества государств-участников СНГ может быть разработка единого стандарта терминов цифровой трансформации.



# Современные цифровые технологии в электроэнергетике.

## Экосистема цифровых технологий



DLT - технология распределённого реестра, IoT - интернет вещей  
 Источник: Азиатский Банк Развития

**Уровень I:** Интернет, спутниковые снимки, географическая информационная система, дистанционное зондирование, мобильные телефоны и базы данных.

Технологии уровня I существуют уже несколько десятилетий и предоставляют пользователям базовую информацию, возможности связи и поиска.

**Уровень II:** социальные сети, приложения, смартфоны и облачные вычисления.

Технологии уровня II существуют уже от нескольких лет до нескольких десятилетий и в контексте данного отчета охватывают мгновенную связь и совместную работу, а также мгновенный обмен и хранение документов.

**Уровень III:** искусственный интеллект, машинное обучение, глубокое обучение; Интернет вещей и умные системы; Технология распределенного реестра и блокчейн; Большие данные и предиктивная аналитика; виртуальная и смешанная реальность; Робототехника и беспилотные автомобили

Технологии уровня III — это новейший тип технологий, наибольшее распространение которые получили лишь в последнее десятилетие, направленных на увеличение потенциала отдельных отраслей и экономики в целом. Они также выходят за рамки отдельных инструментов предыдущих этапов для создания систем, использующих большое количество отдельных компонентов (интеллектуальные системы) и данных (предиктивная аналитика) для решения все более сложных задач.



Государство СНГ	АСКУЭ	SCADA	Цифровая подстанция	CIM	Smart Grid	Demand Response	Цифровые двойники
Азербайджанская Республика							
Республика Армения							
Республика Беларусь							
Республика Казахстан							
Кыргызская Республика							
Республика Молдова	Информация не представлена						
Российская Федерация							
Республика Таджикистан							
Туркменистан	Информация не представлена						
Республика Узбекистан							

На стадии пилотных проектов	Массово внедрено	Ведется работа/Планируется	Не планируется

Проекты цифровой трансформации электроэнергетики, реализуемые в государствах Содружества, демонстрируют разную степень и глубину проработки этой проблематики.

Возможности и перспективы обмена опытом и совместной реализации национальных проектов цифровизации электроэнергетики велики, что ставит задачу интенсификации сотрудничества в области цифровизации электроэнергетики государств–участников СНГ на корпоративном уровне.

# Стандарты, действующие в электроэнергетике Содружества по направлениям

## СИМ

МЭК 61970 «Интерфейс прикладных программ систем энергетического менеджмента (EMS-API)».

МЭК 61968 «Интеграция приложений в электроэнергетику общего пользования. Системные интерфейсы для управления распределением».

МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях. Базовая информационная модель».

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики».

## КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

ISO/IEC 27000 «Системы управления безопасностью».

ISO 27001 «Системы обеспечения информационной безопасности».

ГОСТ Р «Реализация защищенного профиля протокола МЭК 60870-5-104».

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ

ГОСТ Р 59947-2021 «Требования к информационному обмену при организации и осуществлении дистанционного управления».

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики».

ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление».

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

# Правовое регулирование цифровой трансформацией в государствах-участниках СНГ.

Результаты систематизации стратегических документов, принятых государствами – участниками СНГ в поддержку цифровой трансформации, на государственном, отраслевом и корпоративном уровне, сравнение целей, поставленных в рассмотренных документах объективно отражают как схожие, так и отличные нормативные правовые решения в поддержку цифровой трансформации экономик в целом и секторов электроэнергетики в частности. Обобщение и анализ этих сходств и различий позволяет выявить определенные общие позиции, оценить круг вопросов, требующих согласования, определить направления и формы сотрудничества и сформулировать задачи, требующих совместного решения.

Необходимо отметить что:

## На государственном уровне:

Все государства Содружества приняли пакеты стратегических документов в поддержку трансформации национальных экономик. Эти документы многочисленны и многообразны по форме и содержанию и представляют собой Законы, Декреты, Указы, Концепции, Стратегии, Национальные либо Государственные программы, Дорожные карты, Постановления Правительства, Национальные проекты. Таким образом можно говорить, о том, что в государствах-участниках СНГ разработана обширная нормативная правовая база. Эта база регламентирует все этапы поддержки цифровой трансформации от формулирования основных принципов и задач – законы и стратегии – до определения механизмов реализации этих принципов и решения задач – программы и проекты – на национальном уровне.

Представляется целесообразным дополнить эту базу международными соглашениями государств – участников СНГ, определяющими общие цели и задачи, механизмы их совместного решения, кибербезопасность и возможные формы кооперации.

## На отраслевом уровне:

Большинство государств Содружества, за исключением Республики Молдова, Республики Таджикистан и Туркменистана, предоставили отраслевые стратегические документы цифровой трансформации электроэнергетики: концепции, стратегические дорожные карты, программы и проекты развития и модернизации отрасли, Правила функционирования оптового рынка, стандарты в области информационно-коммуникационных технологий и автоматизации контроля и управления в электроэнергетике.

Анализ этих документов показывает, что взаимодействие уполномоченных органов государств-участников СНГ по вопросам цифровой трансформации электроэнергетики в области согласования и гармонизации предлагаемых стратегических документов и стандартов внесло бы существенный вклад в укрепление национальных секторов электроэнергетики.

## На корпоративном уровне:

Энергетические компании Содружества, за исключением Республики Молдова, Республики Таджикистан и Туркменистана, представили стратегические документы, а также конкретные проекты цифровой трансформации своих активов

Эти документы учитывают реалии и тренды развития электроэнергетики, такие как интеграция в энергосистему генерации на основе ВИЭ, появление в сети двунаправленных потоков электроэнергии, регулирование спроса в режиме реального времени, повышения эффективности производства, передачи и распределения электроэнергии, а также повышения результативности будущих инвестиций в инфраструктуру. В условиях параллельной работы совместное решение всего комплекса задач перспективного развития, стоящих перед энергокомпаниями должна быть в центре сотрудничества государств Содружества в области электроэнергетики.

*Необходим анализ и гармонизация нормативно правовой базы регулиующую стратегическое развитие (в том числе схемы развития) электроэнергетических систем стран-участников параллельной работы.*

# Стандарты применяемые в энергетике государств-участниках СНГ

	Применение международных стандартов							Применение национальных стандартов								
	ISO/ МЭ К	ISO	NIST SP	МЭК	МЭК	МЭК	МЭК	ГОСТ Р	ГОСТ Р	ГОСТ Р	ГОСТ Р	ГОСТ Р	ТКП	СТП	СТП	СТО
	27000	27001	800-53	60870	61850	61968	61970	59947- 2021	58651	57114- 2016	59950- 2021	59948- 2021	609-2017	33240.20.1 17-18	33240.01.1 08-22	56947007- 29.240.10. 299-2020
Республика Армения																
Республика Беларусь																
Республика Казахстан																
Кыргызская Республика																
Российская Федерация																

В государствах Содружествах применяются ряд международных стандартов схожих по своему предназначению с их национальными аналогами.

В ряде случаев имеет место их адаптация к национальным условиям (Республика Беларусь, Кыргызская Республика, Российская Федерация).

Национальные стандарты наиболее проработаны в Российской Федерации и Республике Беларусь.

Для унификации стандартов и создания единой информационной базы цифровизации электроэнергетики предлагается распространить внедрение адаптированных к национальным условиям группы стандартов, имеющих положительный опыт применения.

# Стандарты, действующие в электроэнергетике Содружества по направлениям

## СИМ

МЭК 61970 «Интерфейс прикладных программ систем энергетического менеджмента (EMS-API)».

МЭК 61968 «Интеграция приложений в электроэнергетику общего пользования. Системные интерфейсы для управления распределением».

МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях. Базовая информационная модель».

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики».

## КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

ISO/IEC 27000 «Системы управления безопасностью».

ISO 27001 «Системы обеспечения информационной безопасности».

ГОСТ Р «Реализация защищенного профиля протокола МЭК 60870-5-104».

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ

ГОСТ Р 59947-2021 «Требования к информационному обмену при организации и осуществлении дистанционного управления».

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики».

ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление».

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

## **Межгосударственный технический комитет 541 «Электроэнергетика»**

МТК 541 «Электроэнергетика» (МТК 541) сформирован на базе российского технического комитета по стандартизации Технического комитета 016 «Электроэнергетика» (ТК 016)

Полноправные члены: Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация, Республика Узбекистан.

Наблюдатели: Азербайджанская Республика, Республика Молдова.

Не участвуют в работе: Республика Таджикистан, Туркменистан.

ТК-16 «Электроэнергетика» сформирован из представителей федеральных органов исполнительной власти, организаций в электроэнергетике, общероссийских общественных организаций и объединений, научных и производственных организаций и предприятий электроэнергетики, профильных высших учебных заведений.

К разработанным стандартам в области цифровизации электроэнергетики можно отнести:

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики;

ГОСТ Р 59947-2021 «Требования к информационному обмену при организации и осуществлении дистанционного управления»;

ГОСТ Р 59948-2021 «Требования к управлению электросетевым оборудованием и устройствами релейной защиты и автоматики»;

ГОСТ Р 59950-2021 «Требования к управлению активной мощностью генерирующего оборудования гидравлических электростанций, подключенных к централизованным системам автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности»;

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии»;

ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики;

ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление»;

ГОСТ Р «Требования к управлению активной и реактивной мощностью генерирующего оборудования, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии».

В разработке инновационных/цифровых решений для электроэнергетики совместная работа не

**Предлагается активизировать работу в МТК 541/ТК016 всем членам ЭЭС СНГ для гармонизации процессов цифровой трансформации в электроэнергетике СНГ**

# Кибербезопасность.

**Информация по технологиям, обеспечивающим кибербезопасность энергосистем не представлена в полном объеме и ограничивается действующими стандартами в трех странах (Республика Армения, Республика Казахстан, Российская Федерация)!**

В тоже время кибербезопасность рассматривается как стратегическая проблема государственной важности, затрагивающая все слои общества.

## Кибербезопасность в электроэнергетике

### Новые риски отраслевой устойчивости

Цифровизация - это новые риски и вызовы в области цифровой (информационной) безопасности.

Игнорирование этих рисков чревато потерей контроля над управляемым объектом электроэнергетики и нарушением баланса энергосистемы.

Повышение уровня цифровизации обеспечивается, в том числе, за счет увеличения степени централизации и удаленного контроля объектов энергосистемы. В свою очередь, такая централизация и связность энергообъектов по каналам телеуправления дает потенциальному злоумышленнику неограниченные возможности по реализации самых деструктивных сценариев.

### Уязвимые места цифровых систем управления

Ежегодно становятся публичными данные о более чем 1000 уязвимостей в различных продуктах цифровой автоматизации, большая часть из которых позволяет злоумышленнику полностью контролировать атакуемую систему.

Необходима организовать системную работу на уровне отрасли по превентивному выявлению и устранению слабых мест в продуктах активно продаваемых в рамках цифровой трансформации. Сейчас такая работа, фактически, отсутствует, либо носит внесистемный характер (характерно не только для РФ).

### Импортозамещение

Более 80% отечественных производителей вторичного оборудования для электроэнергетики используют иностранную электронную компонентную базу (ЭКБ), 40% компаний — зарубежное программное обеспечение (ПО).

В условиях невозможности мгновенной замены используемого иностранного ПО и оборудования и сохранения темпов цифровизации требуется слаженная работа предприятий отрасли над практическими аспектами контроля за информационной безопасностью систем, пущенными в эксплуатацию.

### Недопустимые события в отрасли



С другой стороны, поскольку до сих пор нет однозначного определения термина кибербезопасность, ее часто считают синонимом информационной безопасности. Согласно стандарту ISO 27032:2012, кибербезопасность базируется на пяти составляющих: безопасность приложений, информационная безопасность, сетевая безопасность, безопасность интернет-приложений, защита ключевых информационных систем объектов критических инфраструктур, но не является синонимом ни одного из них.

Информационная безопасность — это обеспечение конфиденциальности, целостности, и доступности информации, необходимой для удовлетворения потребностей пользователей. Кибербезопасность — более широкое понятие, она трактуется как набор средств, стратегий и технологий, которые могут быть использованы для защиты кибернетической среды, ресурсов организации и пользователя, где под кибернетической средой понимаются подключенные компьютерные устройства, инфраструктура, приложения, сервисы, телекоммуникационные системы, совокупность передаваемой и/или хранящейся информации, а также обслуживающий персонал. Таким образом, рассматривая проблему кибербезопасности ЭЭС следует подчеркнуть, что она направлена на защиту не только объектов ИКП и информации, но и объектов физической инфраструктуры. функционирование которых может быть нарушено вследствие кибератак на информационную подсистему.

## *Предложения в Решение ЭЭС СНГ:*

1. Принять к сведению Доклад «О цифровой трансформации электроэнергетики государств-участников СНГ с учетом вопросов энергетической безопасности» (далее – Доклад).
2. Исполнительному комитету ЭЭС СНГ разместить Доклад и материалы к нему на Интернет-портале Электроэнергетического Совета СНГ.
3. Исполнительному комитету ЭЭС СНГ внести указанный Доклад в Исполнительный комитет СНГ в целях его рассмотрения Комиссией по экономическим вопросам при Экономическом совете СНГ.
4. Исполнительному комитету ЭЭС СНГ продолжить мониторинг состояния цифровой трансформации электроэнергетики в государствах-участниках СНГ и представлять раз в три года актуализированную редакцию Доклада на рассмотрение Электроэнергетического Совета СНГ.
5. Поручить Рабочей группе по вопросам цифровой трансформации электроэнергетики:
  - ✓ разработку раздела «Цифровая трансформация электроэнергетики» в рамках Концепции сотрудничества государств-участников СНГ в сфере энергетики на период до 2035 года;
  - ✓ разработку проекта стандарта по терминологии цифровой трансформации электроэнергетики;
  - ✓ разработку Дорожной карты совместных действий по созданию единого информационного пространства для внедрения унифицированной методики обмена информацией при параллельной работе энергосистем государств-участников СНГ на основании общей информационной модели CIM;
  - ✓ проработку вопроса о целесообразности разработки «сквозных» критериев уровня цифровизации энергосистем.

Предусмотреть указанные мероприятия в проекте Плана работы на 2023-2025 годы.

6. Поручить Рабочей группе по низкоуглеродному развитию электроэнергетики подготовку предложений по совместным решениям в области использования цифровых технологий в низкоуглеродном развитии электроэнергетики государств-участников Электроэнергетического Совета СНГ. Предусмотреть указанное мероприятие в проекте Плана работы на 2023-2025 годы.
7. Поручить Исполнительному комитету ЭЭС СНГ:
  - ✓ рассмотреть Перечень вопросов в области развития отраслевого международного научно-технического обмена для совместной проработки в рамках рабочих структур ЭЭС СНГ;
  - ✓ подготовить предложения по активизации работы по гармонизации нормативной базы и стандартизации в области цифровой трансформации электроэнергетики;
  - ✓ проработать вопрос об активизации сотрудничества между Центрами компетенций в области цифровой трансформации электроэнергетики государств-участников СНГ с привлечением представителей научно-экспертного сообщества ЭЭС СНГ;
  - ✓ проработать совместно с Рабочей группой по вопросам профессионального образования и подготовки кадров вопрос об активизации взаимодействия между организациями, разрабатывающими инициативы в области дополнительного профессионального образования в сфере цифровой трансформации электроэнергетики.

**Спасибо за внимание!**