

ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ СТОРОНЫ
ЦИФРОВОЙ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ:
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА,
РОЛИ, ФУНКЦИИ, ПОТРЕБНОСТИ

Сергей Протасович **Ковалёв**

Ведущий научный сотрудник

Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Руководитель Секции «Цифровые технологии в энергетике и энергосбережении»

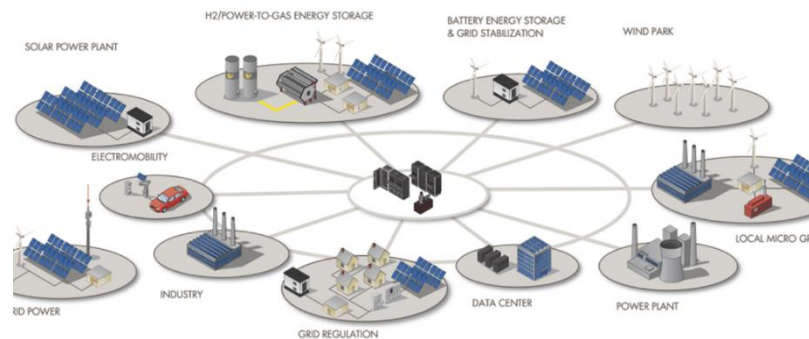
*Научно-экспертного совета при рабочей группе Совета Федерации
по мониторингу реализации законодательства в области энергетике,
энергосбережения и повышения энергетической эффективности*

Доктор физико-математических наук

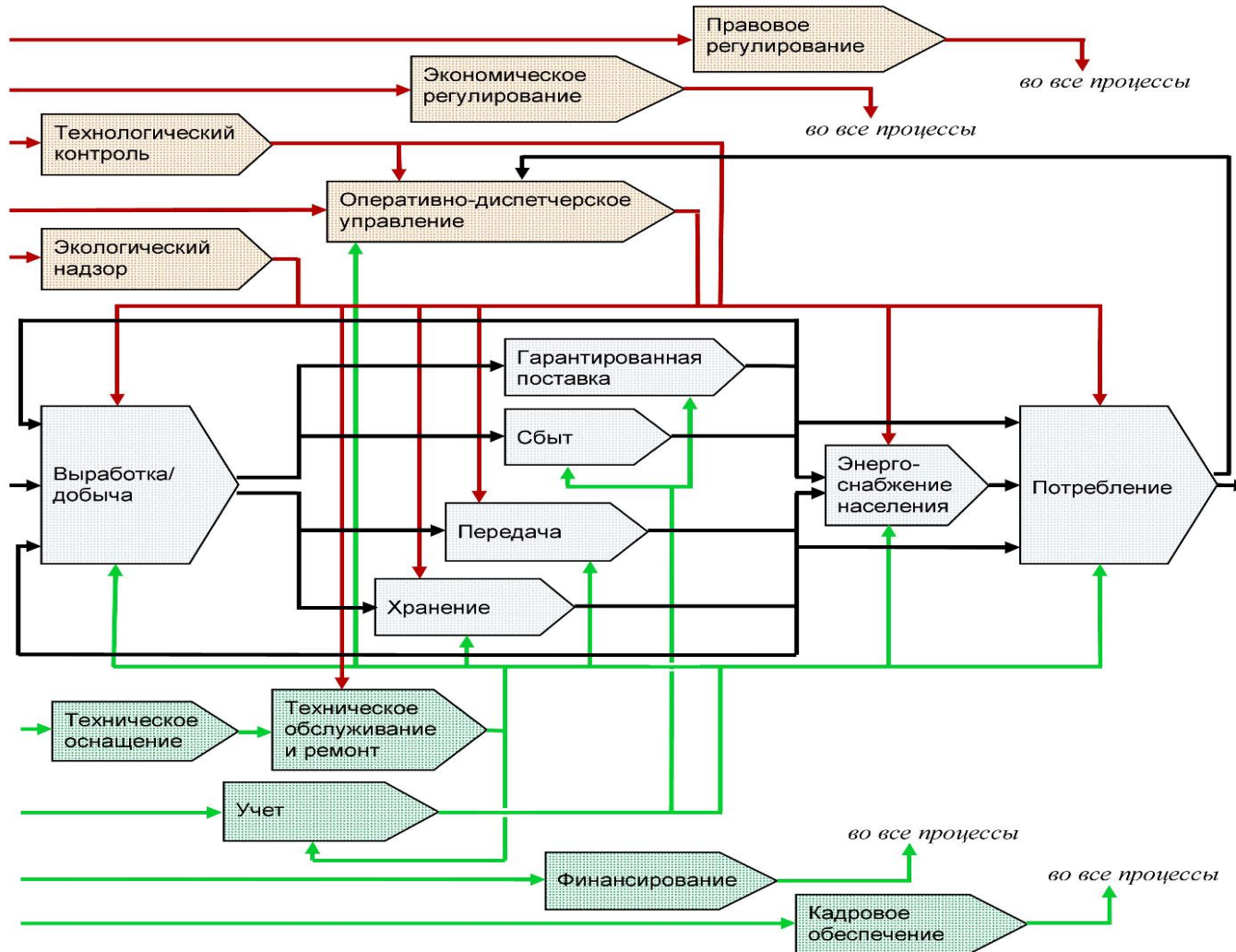
kovalyov@energy2020.ru

Целевое состояние цифровой трансформации энергетики – Интернет энергии (IoEN)

- ▶ Энергетическая инфраструктура типа децентрализованной сети прямого транзакционного энергетического, информационного и экономического взаимодействия всех участников энергорынка
 - ▶ в интернете энергии применяются организационно-технические принципы современного Интернета (в т.ч. *прозрачный трансграничный переток*)
 - ▶ *NB*: первые технологии сети Интернет в 1990-х годах проектировались по аналогии с большой энергетикой (ср. *GRID-вычисления*)
- ▶ Разработка референтной архитектуры (НТИ «Энерджинет»)
- ▶ Системообразующие технологии Интернета энергии
 - ▶ автоматическое межмашинное взаимодействие (Internet of Things)
 - ▶ автоматическое режимное управление и поддержание устойчивости (Neural Grid)
 - ▶ автоматические экономические транзакции на базе смарт-контрактов (Transactive Energy)

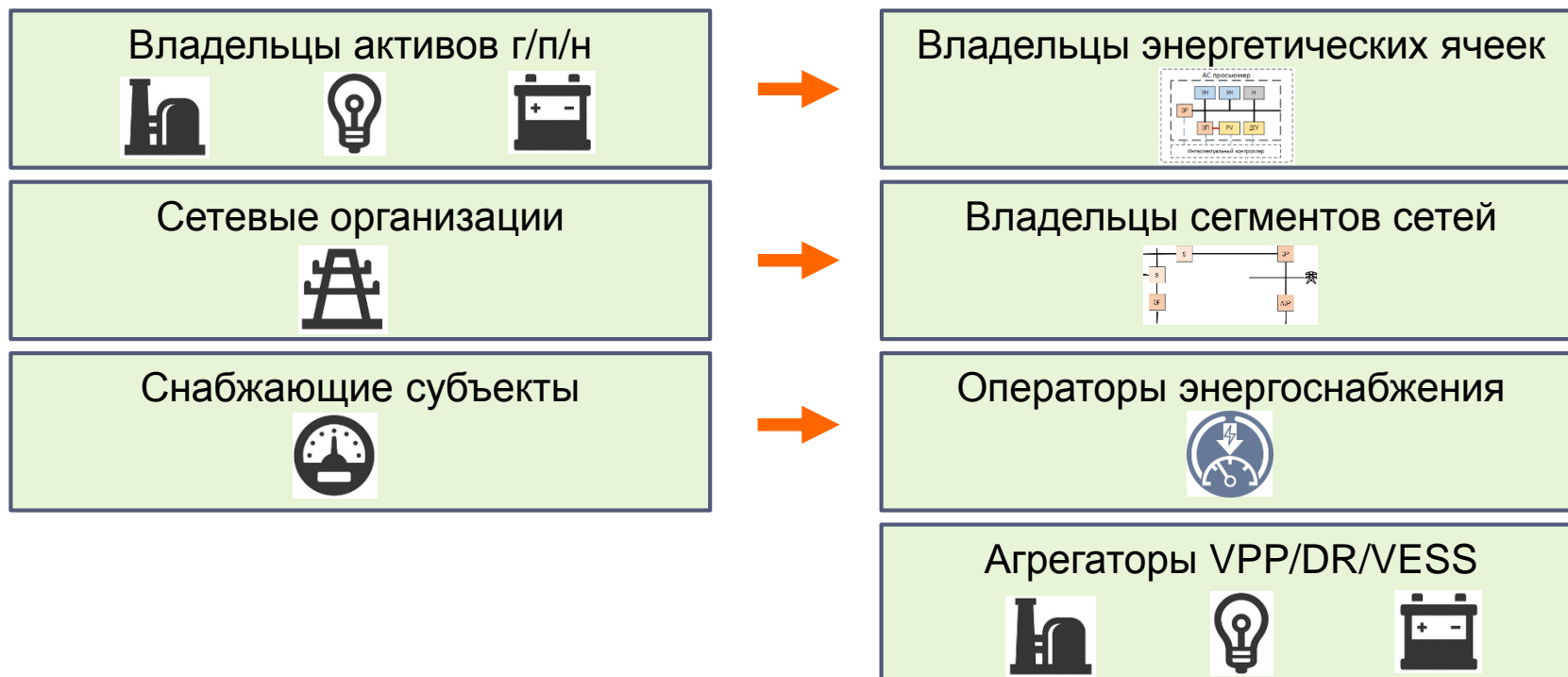


Исходное состояние энергетики – отрасль на пороге цифровой трансформации



Выявление пользователей IoEN

- ▶ Пользователи IoEN формируются из участников основных процессов энергетики, по мере цифровой трансформации отрасли и перехода к Интернету энергии
- ▶ Мысленное прослеживание такого грядущего перехода позволяет выявить типы пользователей IoEN:



Выявление исполнителей технических процессов жизненного цикла IoEN

- ▶ Блоки технических процессов жизненного цикла (за исключением процесса функционирования)
 - ▶ разработка
 - ▶ комплексирование/строительство
 - ▶ эксплуатация/сопровождение
- ▶ Объекты работ технических процессов жизненного цикла IoEN (компоненты технического оснащения IoEN)
 - ▶ цифровая платформа IoEN
 - ▶ приложения на платформе IoEN
 - ▶ оборудование IoEN (энергорouterы, энергохабы, энергопорты, интеллектуальные приборы учета и управления, контроллеры и серверы для развертывания платформы и приложений)
 - ▶ энергетические ячейки
 - ▶ сегменты сети, соединяющие энергетические ячейки друг с другом
 - ▶ инфраструктура передачи данных для IoEN

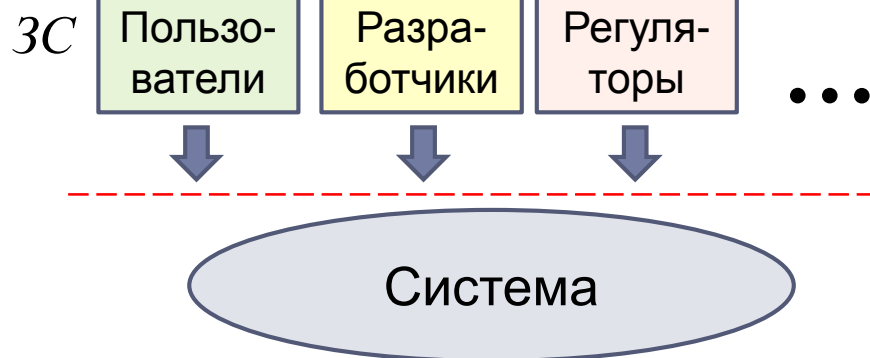
Участие регуляторов в Интернете энергии

- ▶ Регулирующие органы в энергетике многочисленны
 - ▶ Ростехнадзор, ФАС, Росприроднадзор, Минэнерго, ...
- ▶ Роль регулирующих органов трансформируется:

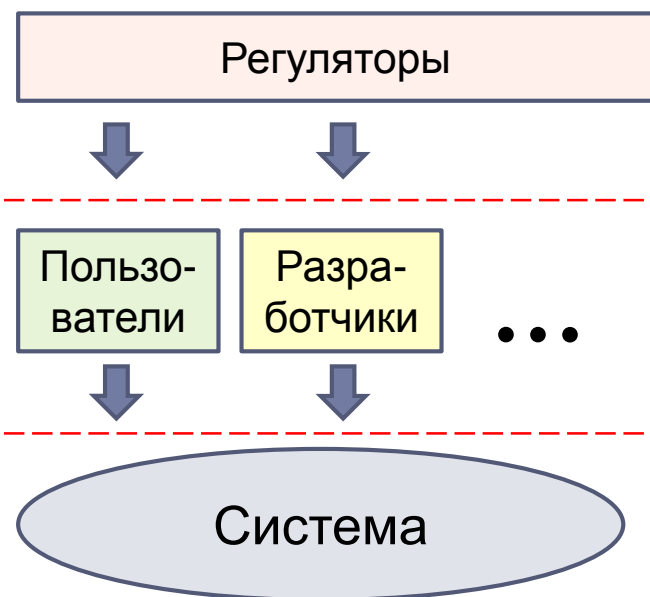
Централизованная система



Децентрализованная система



Пример: ГИС ТЭК



Пример: сеть Интернет

Трансформация крупных инфраструктурных компаний и организаций энергетики



распадется на множество операторов энергоснабжения



войдет в число разработчиков стандартов и прикладных протоколов ЮЕН



администратор торговой системы



станет одним из операторов энергетических торговых площадок



ликвидируется за ненадобностью, при переходе на смарт-контракты

Политические аспекты цифровой трансформации энергетики

- ▶ Развитие Интернета энергии наталкивается на яростное сопротивление со стороны крупных субъектов централизованной энергетики и солидарных с ними регуляторов
- ▶ Однако активным проponentом Интернета энергии и идеологическим противником централизованной энергетики в России выступила законодательная власть
 - ▶ профильный Научно-экспертный совет при Совете Федерации
 - ▶ Комитет по энергетике Государственной Думы

Цель цифровой трансформации энергетики: Обеспечение высококачественного равного доступа массовых рядовых участников энергетического рынка к полному спектру возможностей и функций субъектов энергетики, включая потребление, генерацию, добычу, передачу, хранение энергетических ресурсов, диспетчерские услуги, техническое обслуживание и ремонт оборудования, проектно-изыскательские, инжиниринговые и строительные-монтажные услуги, трейдинг на рынках энергетических ресурсов, энергетический менеджмент, информационное обслуживание, на базе интегрированных отраслевых цифровых платформ нового поколения

Заинтересованные стороны IoEN: пользователи

- ▶ Владельцы энергетических ячеек (cell owners, CO)
- ▶ Владельцы сегментов сетей (grid owners, GO)
- ▶ Операторы энергоснабжения (energy operators, EO)
- ▶ Энергоаудиторы (energoauditors, EA)
- ▶ Провайдеры энергосервисных услуг (energy service providers, ES)
- ▶ Операторы энергетических торговых площадок (marketplace operators, MO)
- ▶ Трейдеры на энергетических рынках (energy traders, ET)
- ▶ Агрегаторы управления спросом (demand response, DR)
- ▶ Агрегаторы предложения (virtual power plant, VP)
- ▶ Агрегаторы хранения (virtual energy storage system, VS)

Заинтересованные стороны IoEN: разработчики

- ▶ Разработчики стандартов и прикладных протоколов взаимодействия платформы IoEN (standard developers, SD)
- ▶ Исполнители научных исследований в области IoEN (research and development, RD)
- ▶ Разработчики онтологических моделей IoEN (ontology developers, OD)
- ▶ Разработчики платформы IoEN (platform developers, PD)
- ▶ Разработчики приложений на платформе IoEN (application developers, AD)
- ▶ Разработчики оборудования IoEN (equipment developers, ED)
- ▶ Проектировщики энергетических ячеек (cell developers, CD)
- ▶ Проектировщики сегментов сетей (grid developers, GD)
- ▶ Проектировщики и разработчики инфраструктуры передачи данных для IoEN (telecom infrastructure developers, TD)

Заинтересованные стороны IoEN: строители

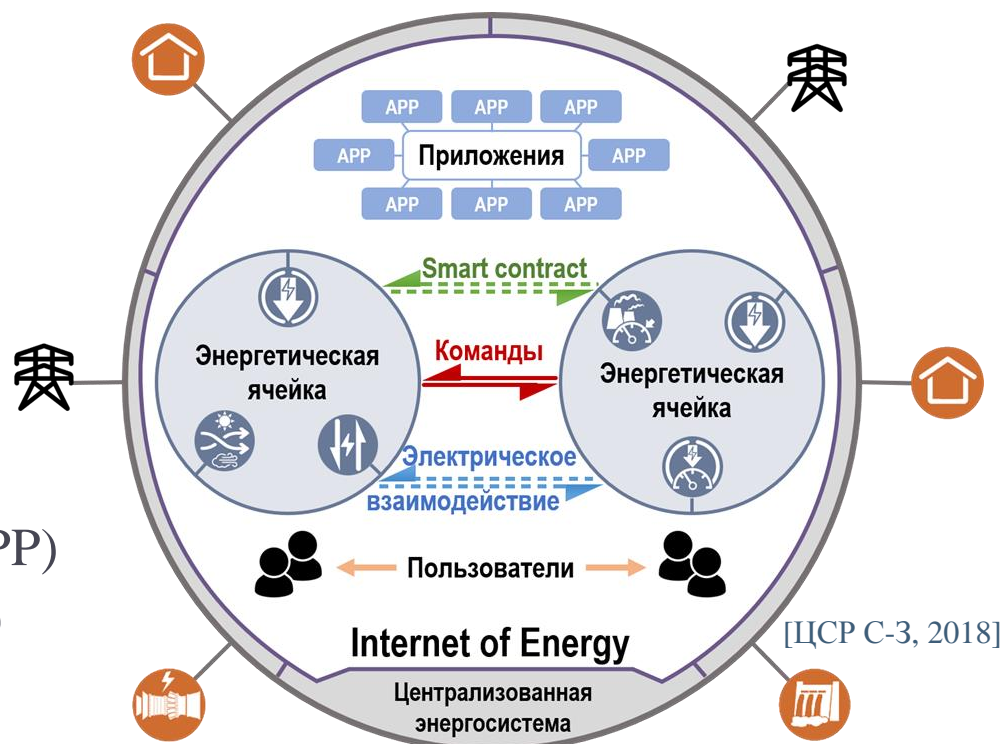
- ▶ Системные интеграторы платформы IoEN (platform integrators, PI)
- ▶ Поставщики приложений на платформе IoEN (application suppliers, AS)
- ▶ Установщики и наладчики оборудования IoEN (IoEN equipment installers, EI)
- ▶ Строители энергетических ячеек (cell builders, CB)
- ▶ Строители сегментов сетей (grid builders, GB)
- ▶ Поставщики услуг по передаче данных для IoEN (telecom service providers, TP)

Заинтересованные стороны IoEN: сопровождающие стороны

- ▶ Эксплуатирующий персонал платформы IoEN (platform maintainers, PM)
- ▶ Эксплуатирующий персонал приложений на платформе IoEN (application maintainers, AM)
- ▶ Эксплуатирующий персонал оборудования IoEN (IoEN equipment maintainers, EM)
- ▶ Эксплуатирующий персонал энергетических ячеек (cell maintainers, CM)
- ▶ Эксплуатирующий персонал сегментов сетей (grid maintainers, GM)
- ▶ Эксплуатирующий персонал инфраструктуры передачи данных для IoEN (telecom infrastructure maintainers, TM)
- ▶ Провайдеры услуг по обучению в области IoEN (IoEN trainers, IT)

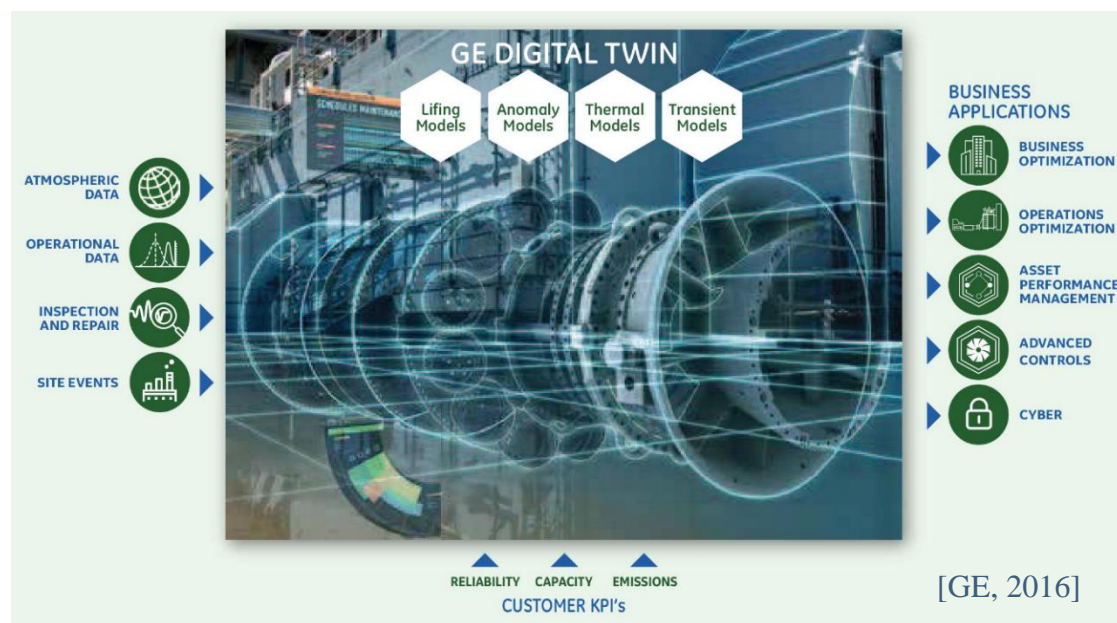
Сценарии использования IoEN: энергетические трансакции

- ▶ Энергетическая трансакция между ячейками (peer-to-peer, P2P)
 - ▶ акт прямого обмена энергией, информацией и финансами между владельцами энергетических ячеек
- ▶ Энергетическая трансакция от ячейки к оператору (peer-to-operator, P2O)
 - ▶ оказание услуги по энергообеспечению владельцу актива IoEN
- ▶ Энергетическая трансакция от оператора к ячейке (operator-to-peer, O2P)
 - ▶ агрегирование спроса (DR)
 - ▶ агрегирование предложения (VPP)
 - ▶ агрегирование хранения (VESS)



Сценарии использования IoEN: моделирование и оптимизация

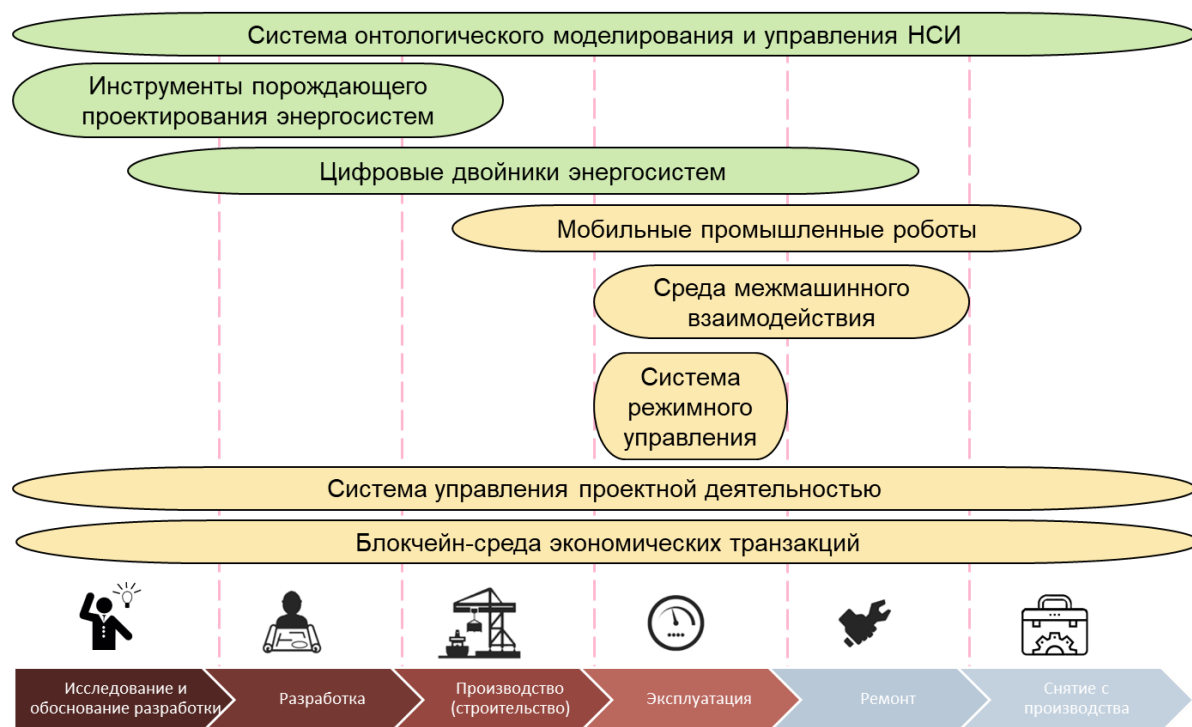
- ▶ Цикл энергетического менеджмента ячейки (cell energy management, CEM)
- ▶ Формирование и актуализация онтологической модели IoEN (IoEN ontology modeling, IOM)
- ▶ Формирование информационной модели и цифрового двойника энергетической ячейки (cell digital modeling, CDM)
- ▶ Формирование информационной модели и цифрового двойника сегмента сети (grid digital modeling, GDM)



Сценарии использования IoEN:

жизненный цикл

- ▶ Регистрация и поддержка пользователя IoEN (user registration and support, URS)
- ▶ Жизненный цикл энергетической ячейки (cell life cycle, CLC)
- ▶ Жизненный цикл сегмента сети (grid life cycle, GLC)
- ▶ Жизненный цикл приложения на платформе IoEN (application life cycle, ALC)
- ▶ Жизненный цикл платформы IoEN (platform life cycle, PLC)



Матрица участия заинтересованных сторон в сценариях использования ЮЕН

Сценарий	C	G	E	E	E	M	E	D	V	V	S	R	O	P	A	E	C	G	T	P	A	E	C	G	T	P	A	E	C	G	T	I
	O	O	O	A	S	O	T	R	P	S	D	D	D	D	D	D	D	D	D	I	S	I	B	B	P	M	M	M	M	M	M	T
P2P	+	+				+																										
P2O	+	+	+			+	+																									
O2P	+	+							+	+	+																					
CEM	+	+		+	+																									+	+	+
IOM														+	+	+	+	+	+	+												
CDM													+		+		+	+		+	+		+	+		+	+		+	+	+	
GDM													+		+		+		+	+	+		+		+	+	+		+		+	+
URS							+																				+	+				+
CLC	+															+	+		+			+	+		+	+		+	+		+	+
GLC		+														+		+	+			+		+	+	+		+		+	+	
ALC												+	+		+						+					+	+					
PLC												+	+		+					+						+						

Спасибо за внимание!

Сергей Протасович Ковалёв

Ведущий научный сотрудник

Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Руководитель Секции «Цифровые технологии в энергетике и энергосбережении»

*Научно-экспертного совета при рабочей группе Совета Федерации
по мониторингу реализации законодательства в области энергетики,
энергосбережения и повышения энергетической эффективности*

Доктор физико-математических наук

kovalyov@energy2020.ru
