

УДК 621.31

А.А. АКСЕНОВА, Д.С. БЕРЕЗИН, магистранты гр. ЭПм-211 (КузГТУ)
Научный руководитель И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)
г. Кемерово

ДРАЙВЕРЫ 3D ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ РФ

Концепция четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) впервые была представлена в 2011 году в Германии [1]. Согласно данной концепции, энергетические системы будут объединены в единую сеть и связаны друг с другом в режиме «онлайн». Кроме того, такие энергосистемы смогут самостоятельно настраиваться и обучаться новым моделям поведения. Главными преимуществами внедрения технологий Индустрии 4.0 будут следующие: возможность уменьшения числа ошибок на производстве, учет изменяющихся нужд потребителей и производителей, а также возможность автономной работы без необходимости вмешательства человека.

С 2016 года концепция четвертой промышленной революции активно внедряется во всем мире. Одним из ключевых приоритетов во всех странах является цифровая трансформация их экономик. В каждом государстве есть своя национальная технологическая инициатива, поддерживающая развитие Индустрии 4.0. Среди примеров — Industry 4.0 (Германия), Advanced Manufacturing Partnership (США), Национальная технологическая инициатива (Россия), Общество 5.0 (Япония), IKTVA (Саудовская Аравия) и Made in China 2025 (Китай) [2].

Реализованные кейсы развития энергосистем во всем мире, наступление четвертой промышленной революции, — всё это способствует включению Российской Федерации в процесс энергетического перехода. Энергетический переход — это масштабная трансформация энергетических систем, включающая в себя три направления: декарбонизация, децентрализация и цифровизация. Основополагающей причиной трансформации современной энергетики выступили следующие факторы: вытеснение из энергобаланса ископаемых видов топлива, повсеместное использование возобновляемых источников энергии, электрификация отраслей экономики.

Предпосылкой для энергоперехода выступило в первую очередь Парижское соглашение, подписанное 12 декабря 2015 года. Его задачей стало удержание прироста глобальной средней температуры гораздо ниже 2 градусов Цельсия [3].

Фундаментальные принципы энергетического перехода выражают в виде драйверов развития – формула 3D: decarbonization (декарбонизация), decentralization (децентрализация), digitalization (диджитализация/цифровизация).

Декарбонизация подразумевает переход к «безуглеродной» экономике и энергетике, то есть снижение выбросов углекислого газа (CO₂). Главной целью декарбонизации является увеличение доли возобновляемых источников энер-

гии в энергобалансе РФ, переход к электротранспорту и максимальное ограничение в использовании ископаемых видов топлива.

Децентрализация представляет собой глобальное развитие распределенных источников энергии (т.е. распределенную генерацию) и гибкости, а также появление просьюмеров – потребителей, которые являются также и производителями электроэнергии. Основная цель децентрализации — подключение большого числа разноуровневых генераторов и потребителей, которое выражается в росте доли присоединенных к распределительным сетям потребителей, генераторов и накопителей энергоресурсов.

Цифровизация состоит из масштабного использования цифровых управляемых устройств, которые, в свою очередь, подключены к информационным сетям. Главной целью цифровизации является подключение к общей информационной сети энергообъектов, находящихся на всех уровнях энергосистемы. Это обеспечит возможность осуществления «умного» управления энергосистемами.

Энергетический переход в Российской Федерации поддерживается многими нормативно-правовыми документами, описывающими предпосылки, цели и задачи, а также механизмы и рекомендации по осуществлению каждого направления на территории нашей страны. К таким документам относятся следующие: Энергетическая стратегия РФ до 2035 года [4], Прогноз научно-технического прогресса в энергетике до 2035 года [5], Национальная технологическая инициатива «EnergyNet» 2035 [6], Указ Президента РФ №474 «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» [7].

Рассматривая драйверы глобальных изменений в современной энергетике через призму трендов и тенденций, можно считать 3D (декарбонизация, децентрализация и цифровизация) тенденциями; при этом то, что способствовало появлению таких тенденций – это тренды. Тенденции (декарбонизация, децентрализация и диджитализация) были сформированы посредством объединения нескольких трендов.

Рассмотрим существующие мировые тренды, которые сформировали тенденции-драйверы (формула 3D) развития энергетической отрасли в перспективе до 2035 года (таблица 1).

Таблица 1.
Тенденции развития энергетики до 2035 года, сформированные текущими трендами отрасли

Тенденция	Тренд
Декарбонизация	Стремление к углеродной нейтральности
	Производство водородного топлива
	Развитие технологий водородной энергетики
	Законодательное регулирование в области «зеленой» энергетики
	Развитие технологий поглощения парниковых газов
	Переход от традиционного топлива к ВИЭ
	Государственное участие в управлении преобразова-

	ием энергии (плата за выбросы)
Цифровизация	Внедрение «умных» технологий на предприятиях
	Создание цифровых платформ и решений
	Сокращение издержек на содержание и управление посредством цифрового мониторинга
	Повышение энергоэффективности посредством использования большого количества внешних данных вместе с данными об энергопотреблении
	Оптимизация энергосистем
	Внедрение интеллектуальных приборов учета
	Реализация умных сетей (smart grid)
	Реализация цифровых двойников
	Переход на предиктивное техническое обслуживание энергообъектов и прогнозирование производства электрической энергии
Децентрализация	Переход к распределенной энергосистеме
	Переход к объектам малой генерации
	Появление на рынке электрической энергии просьбумеров (одновременно производителей и потребителей)
	Распространение активных потребителей (потребителей, меняющих нагрузку)
	Внедрение виртуальных электростанций (ВиЭС) и активных энергетических комплексов (АЭК)
	Появление законодательного регулирования в области распределенной генерации

Таким образом, можно сделать вывод, что тенденции появились благодаря объединению нескольких трендов в одну группу. Тренды, являющиеся ключевыми для распространения тенденции в мире, также выступают в качестве предпосылок для возникновения этих же тенденций.

В дальнейшем многие тренды становятся неактуальными, однако вместо них возникают новые, которые будут являться драйверами трансформации цифровизации, диджитализации или декарбонизации. Это, в свою очередь, вызовет глобальную трансформацию энергетической отрасли в целом.

Рассмотрим барьеры и риски тенденций, внедряемых в России как новый этап развития энергосистем. Существует ряд ограничений, отдаляющих Российскую Федерацию от полного перехода на технологии 3D [2]:

1. Нормативное регулирование рынка электроэнергии не обеспечено в полной мере;
2. Государственные регуляторы и инфраструктурные организации электроэнергетики не готовы к расширению полномочий рынков и массовому появлению новых типов «активных потребителей»;

3. Энергетическая система России технологически не готова к повсеместному распространению «активных потребителей», подключенных к сети, а также к распространению двунаправленных и многосторонних потоков электроэнергии и мощности;
4. Устарели как нормы технического регулирования, так и нормы проектирования энергосистем в энергетической сфере; происходит ориентация на устаревшие технологии и несвоевременное обновление вышеназванных норм;
5. Вместо ориентации энергетики РФ на эффективность работы энергосистемы и закрытие потребностей клиентов существует ориентация на обеспечение высокой надежности и резервирование мощностей;
6. Происходит развитие и рост перекрестного субсидирования;
7. Различается уровень либерализации розничного и оптового рынка электроэнергии.

Среди рисков повсеместного перехода к тенденциям 3D развития энергетики можно выделить следующие:

- 1) недоверие трансформации энергетики из-за страха потерять рабочие места;
- 2) возможные ограничения в обмене опытом и информацией между разработчиками технологий передовых стран из-за сложившейся геополитической ситуации;
- 3) недоверие руководящего состава предприятий по причине небольшого количества успешных реализованных кейсов в Российской Федерации;
- 4) невозможность для компаний, принимающих решение об инвестировании в такие технологии, рассчитать выгоду на первоначальном этапе проектов (из-за отсутствия статистики);
- 5) динамическое распространение современных технологий, кроме учета требований внедряющих компаний и финансовой стороны вопроса, должно соответствовать требованиям на законодательном уровне.

Приведём рекомендации для успешного внедрения технологий формулы 3D. Для нашей страны наиболее осуществима сбалансированная модель энергосистемы, способная обеспечить оптимальное сочетание энергообъектов «новой» и централизованной (классической) электроэнергетик. Чтобы обеспечить переход к трансформации энергосистемы РФ, необходимо внести некоторые изменения в законодательную базу, касающуюся сферы электроэнергетики. Итак, следует:

1. Установить новый тип участника рынка электроэнергии – «активный потребитель», который отвечает за управление своим энергообеспечением и имеет минимальные регуляторные ограничения по организационной модели своей работы.
2. Улучшить правила функционирования торговых систем энергоресурсами с целью создания рынков распределенной энергетики, которые позволят обеспечить эффективный обмен товарами и услугами между стандартными участниками рынков и участниками нового типа.
3. Стандартизировать и ввести единый термин для автономного управления распределенными источниками генерации, передачи и хранения электрической

энергии (ВиЭС), а также средствами регулирования нагрузки для повышения эффективности их использования и участия в рынках электроэнергии и мощности (с возможностью оказания системных услуг).

4. Доработать программы поддержки развития малой генерации и создать подходящие условия для выхода малой генерации на рынок электроэнергии и мощности.

5. Рассмотреть возможность замены перекрестного субсидирования населения промышленными потребителями на механизмы целевой социальной поддержки либо на систему, ограничивающую объемы потребления по льготным тарифам (т.е. введение норм потребления по социальному тарифу).

6. Обеспечить максимальное стимулирование реализации региональных программ, которые направлены на развитие энергетики, опираются на современные тенденции и успешные кейсы внедрения технологий, а также обеспечивают развитие высокотехнологичных компаний малого и среднего бизнеса [2].

Среди возможных эффектов от реализации технологий драйверов 3D развития энергетики можно выделить следующие: увеличение производства энергоресурсов и их продуктов, создание новых высокотехнологичных рабочих мест, существенное увеличение прибыли отраслей ТЭК, снижение экологического вреда, привлечение на современные места работы новых кадров, а также сокращение количества несчастных случаев на производстве.

Для внедрения в современную энергетику России актуальных тенденций (цифровизации, децентрализации и декарбонизации) необходимо нивелировать барьеры, мешающие реализации новых подходов к энергоснабжению страны.

В 2019 году наша страна присоединилась к Парижскому соглашению. Вклад Российской Федерации в его исполнение — сокращение эмиссии парниковых газов к 2030 году до 70% от показателя 1990 года. Следовательно, России необходимо поддерживать уровень выбросов на одном значении, тем самым компенсируя рост выбросов парниковых газов в остальных мировых державах, подписавших Парижское соглашение [3]. Инструментом достижения такой цели выступит внедрение новых энергосберегающих технологий, повышение энергоэффективности экономики, развитие ВИЭ. Все перечисленные механизмы достижения условий Парижского соглашения невозможны без качественной трансформации сферы энергетики.

Нет необходимости ограничиваться лишь видоизменением нормативно-правовой базы Российской Федерации и устранением остальных барьеров к внедрению тенденций 3D. Следует также рассмотреть возможность трансформации системы управления энергообъектами и энергосистемой в целом.

Дальнейшие разработки необходимо сосредоточить на оценке эффективности используемых в настоящий момент времени методов управления и оптимизации энергосистемы. Кроме того, следует четко определить и сформулировать инструменты инвестиционной политики России, способные ускорить наступающую трансформацию энергетической отрасли, тем самым повысив ее эффективность и уменьшив негативные последствия для российской экономики.

Список литературы:

1. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. 2018, №5) (49). С. 43-49. URL: <https://www.strategybusiness.ru/jour/article/view/433/377>
2. Жданеев О.В., Чубоксаров В.С. Перспективы технологий Индустрии 4.0 в ТЭК России // Энергетическая политика. 2020, №7 (149). С. 16-33. URL: <https://energypolicy.ru/wp-content/uploads/2020/07/№7149-2020.pdf>
3. Парижское соглашение // Организация Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/paris-agreement>
4. Энергетическая стратегия РФ до 2035 года // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>
5. Утверждён прогноз научно-технологического развития отраслей ТЭК России на период до 2035 года // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/6365>
6. План мероприятий («дорожная карта») «Энерджинет» Национальной технологической инициативы // «НТИ 2035». URL: https://nti2035.ru/markets/docs/DK_energynet.pdf
7. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>