

**Европейская экономическая комиссия****Комитет по устойчивой энергетике****Группа экспертов по энергоэффективности****Восьмая сессия**

Женева, 20–21 сентября 2021 года

Пункт 7 предварительной повестки дня

**Раскрытие потенциала энергоэффективности  
с помощью цифровизации****Повышение эффективности зданий с помощью  
цифровизации: политические рекомендации Целевой  
группы по цифровизации в энергетике****Записка, подготовленная секретариатом***Резюме*

На строительный сектор в мире приходится более трети общего объема конечного потребления энергии. Несмотря на наблюдаемый в последние десятилетия значительный рост энергоэффективности зданий, имеется потенциал для ее дальнейшего повышения. Существует множество технологий и решений для достижения более высоких энергетических показателей жилых, коммерческих и промышленных зданий на всех этапах их жизненного цикла (строительство, эксплуатация и реновация), и многие из них становятся возможными благодаря цифровизации. Однако высвобождение потенциала энергоэффективности зданий посредством цифровизации во многих случаях требует проведения соответствующей политики.

В этом основанном на фактических данных документе, разработанном Целевой группой по цифровизации в энергетике, подробно описывается роль, которую может сыграть применение цифровых технологий в повышении энергоэффективности зданий. Цель данного документа — привлечь внимание политиков и других заинтересованных сторон к связанным с таким внедрением цифровых технологий выгодам, рискам, неопределенностям и компромиссам; кроме того в нем содержатся ключевые рекомендации для дальнейшего изучения Группой экспертов по энергоэффективности и Комитетом по устойчивой энергетике.



## I. Введение

1. Цифровизация часто выступает приоритетной областью инноваций в энергетическом секторе. Широкие возможности для ее реализации представляют здания, обладающие, по оценкам, потенциалом для снижения к 2040 году мирового потребления энергии на 10 процентов, при условии применения цифровых технологий по всей производственной цепочке возведения зданий и в течение всего их жизненного цикла. Реализация этой цели предполагает наличие следующих элементов:

а) энергетической экономики, ориентированной на потребителя. Под этим понимаются энергетические системы, обеспечивающие вовлеченность потребителей, формирующие у них чувство личной ответственности и помогающие им осознавать свою роль. Цифровизация ускоряет переход всех отраслей и систем к методам функционирования, в большей степени ориентированным на потребителя;

б) концепции ускоренного достижения углеродной нейтральности. Сокращение выбросов углекислого газа — это глобальная проблема, стоящая перед всеми секторами экономики и имеющая большое общественное значение. Энергоэффективность представляет собой приоритетное направление деятельности в области энергетического перехода во многих странах, что приводит к принятию планов по улучшению характеристик технических устройств, повышению эффективности зданий и распределительных сетей. Здания с эффективным сетевым взаимодействием (GEB) служат отличным примером того, как координация датчиков (включающих «интернет-вещей» (IoT)), умных устройств и сигналов сети может способствовать повышению энергоэффективности глобального фонда зданий;

в) нового поколения квалифицированной рабочей силы, способной расширить имеющиеся глобальные возможности. Цифровая трансформация сопряжена как с преимуществами, так и с недостатками, с которыми столкнется наличная рабочая сила, что потребует принятия соответствующих мер в промышленности, а также в области образования, обучения и переквалификации кадров. Одной из ключевых областей, в которой для успешной цифровой трансформации необходимы специальные, а иногда и междисциплинарные навыки, является кибербезопасность, защита данных и неприкосновенность частной жизни. В частности, необходимо наращивать кадровый потенциал в области науки и техники, инженерного дела и математики (STEM), а также развивать имеющие ключевое значение навыки на стыке различных дисциплин, таких как технологии и государственная политика.

2. В контексте этой деятельности в данном дискуссионном документе рассматривается роль цифровизации зданий и затрагиваются вопросы, имеющие большое значение для оптимизации эксплуатации зданий и всей энергетической инфраструктуры; при этом ставится цель представить кратко сформулированный, четкий и сбалансированный взгляд на эту проблему для политиков и других заинтересованных сторон.

3. В данном документе представлены возможности цифровизации и преимущества использования больших данных и передовых средств анализа данных для оптимизации энергопотребления зданий в течение всего срока эксплуатации; обсуждаются вопросы защиты личных данных потребителей и кибербезопасности; подробно рассматривается роль центров хранения и обработки данных и их влияние на экологию в целом, а также освещается приобретающий все большую значимость вопрос человеческого капитала.

4. И, наконец, документ имеет целью призвать вспомогательные органы Комитета по устойчивой энергетике и другие соответствующие органы или организации объединить усилия в изучении преимуществ и препятствий на пути цифровизации энергетической системы.

## II. Большие данные в секторе зданий

5. Во всем мире наблюдается постоянный рост потока данных в секторе зданий, что в значительной степени связано с широким распространением IoT в зданиях и сбором информации из таких источников как системы управления, датчики, счетчики и носимые устройства. Прогнозируется значительный рост использования этих устройств в строительном секторе. Ожидается, что к 2050 году технологии датчиков и средств управления позволят сэкономить около 10 процентов от общего объема потребления энергии в секторе зданий. Данные, собранные с помощью этих устройств, помогут расширить знания о техническом состоянии зданий и принять надлежащие меры для достижения многих Целей в области устойчивого развития. Чрезвычайно важен тот факт, что углубление знаний об энергопотреблении зданий позволит принимать и реализовывать более эффективные политические решения.

### A. Синергия между большими данными в области энергетики и методами искусственного интеллекта

6. Большие данные — это огромный объем данных, собранных из различных источников; эти объемы данных растут по экспоненте. В основе сбора больших данных лежат: 1) объем (количество данных), 2) скорость (скорость генерации), 3) разнообразие (многочисленные типы данных), 4) вариативность (степень их постоянного изменения), 5) достоверность (надежность или точность данных), 6) визуализация (степень доступности и читабельности) и 7) полезность (поскольку это качество данных представляет главную цель их сбора, данные должны представлять ценность).

7. Аналитическая обработка данных — это автономный или полуавтономный систематический вычислительный анализ данных или статистики. Она включает четыре основных типа: 1) описательный, 2) диагностический, 3) прогностический и 4) предписывающий. Аналитическая обработка данных предполагает использование сложнейших методов автоматизированной обработки и получения знаний для более глубокого понимания собранной информации и в конечном итоге состояния или процесса, описываемых с помощью этих данных. Кроме того, на основе аналитической обработки можно делать прогнозы, способствующие снижению энергопотребления зданий и повышению теплового комфорта их обитателей.

8. Учитывая стремительный рост объема больших данных, потребуются столетия для их изучения традиционными методами анализа. Более прогрессивным подходом к изучению больших данных является искусственный интеллект (ИИ). Между большими данными и ИИ существует очень тесная симбиотическая связь: ценность больших данных невозможно определить без ИИ, а ИИ необходим доступ к огромному объему данных для повышения точности результатов.

9. ИИ — это междисциплинарная область науки, использующая компьютеры и машины для имитации способности принятия решений, которые обычно требуют человеческого интеллекта. Повышение вычислительной мощности, удешевление хранения данных и доступность огромных массивов информации привели к беспрецедентному алгоритмическому прогрессу в области ИИ. Машинное обучение — это направление ИИ, которое позволяет системам автоматически обучаться и совершенствоваться на основе опыта и новых данных без необходимости перепрограммирования. Оно представляет собой хорошо известный метод машинного обучения, который обычно используется при построении данных на основе уже собранных данных. Кроме того, машинное обучение — это набор алгоритмов, которые разработаны для того, чтобы программное обеспечение могло «учиться» на предыдущих итерациях. Машинное обучение подразделяется на три основных типа: 1) контролируемое обучение, 2) неконтролируемое обучение и 3) обучение с

подкреплением<sup>1</sup>. Глубокое обучение — это подраздел машинного обучения с участием человеческого разума, в котором происходит обучение искусственных нейронных сетей на больших массивах данных. Алгоритмы машинного обучения в широком смысле подразделяются на два типа: классическое машинное обучение и глубокое обучение.

## **В. Законодательство, регулирование и стандарты энергетических аспектов цифровизации в зданиях**

10. Инновационное нормативное регулирование имеет первостепенное значение и требует решительных и прежде всего оперативных действий. В этом контексте важную роль играет вопрос энергопотребления зданий. Как и в других секторах, расширение цифровизации будет оказывать целенаправленную поддержку в данном секторе. Однако для того чтобы цифровизация могла оказать быструю поддержку и тем самым помочь снизить энергопотребление зданий, технологические разработки должны сопровождаться, а инновации стимулироваться мерами регулирования. Так как цифровизация может способствовать повышению устойчивости зданий на протяжении всего их жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация и техническое обслуживание, а также снос), необходимо разработать соответствующие стандарты, в то время как практическое внедрение цифровых технологий в зданиях должно поддерживаться законодательством и нормативными актами.

11. Чаще всего речь идет о финансовых целях «с наименьшими затратами», которые актуальны в течение всего жизненного цикла здания, поэтому защита интересов конечных потребителей путем принятия адекватных решений по энергоэффективности должна осуществляться при помощи соответствующей нормативно-правовой базы. Так, Директива по энергоэффективности 2012/27/EU<sup>2</sup> предусматривает проведение обзора общего фонда зданий на основе статистической выборки; для этого направляется запрос о предоставлении текущей информации об объемах потребления конечными потребителями, включая, в надлежащих случаях, профили нагрузки, сегментацию потребителей и их географическое расположение; содействует внедрению интеллектуальных измерительных систем и распространению «умных» счетчиков, с акцентом на предоставление информации об уровне потребления за предшествующие периоды, включая сводные данные как минимум за три предыдущих года; подробные данные по времени использования за любой день, неделю, месяц и год. Такие данные должны быть доступны конечному потребителю через интернет или интерфейс счетчика.

12. Как показывают другие примеры, на этапе подготовки к строительству 3D-сканирование (например, позиционирование здания в географических информационных системах (ГИС)) позволяет оптимизировать здания для улучшения солнечного теплопоступления в зависимости от климатической зоны, а также повысить эффективность управления проектом и логистики для экономии ресурсов.

---

<sup>1</sup> Контролируемое обучение — это, если говорить кратко, предоставление обучающих данных, которые используются алгоритмом в процессе обучения для проверки правильности работы и получения нужных результатов. Контролируемое обучение подразделяется на два основных типа: регрессию и классификацию. Неконтролируемое обучение не имеет преимуществ, связанного с наличием обучающих данных для сравнения результатов. Как правило, это сопряжено с низким качеством данных, не всегда имеющих хорошо отформатированную структуру, облегчающую работу алгоритмов.

В неконтролируемом обучении используются кластеризация, уменьшение размерности и оценка плотности для просмотра больших массивов данных в целях получения значимых результатов для поддержки принятия решений.

В обучении с подкреплением акцент делается на том, какие действия должны совершать определенные интеллектуальные агенты в ответ на другие действия для максимизации понятия совокупного вознаграждения. Это поведенческая техника с положительным и отрицательным подкреплением.

<sup>2</sup> Доступно на веб-сайте EUR-Lex ([www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)).

В процессе технической эксплуатации и обслуживания зданий при помощи цифровизации возможно создание «активной» энергетической системы, которая, среди прочего, включает эффективное и полностью автоматизированное управление потреблением электричества и тепла, а также переход от потребления к поставке энергии в сеть. Здания могут внести существенный вклад в стабилизацию колебаний генерации из возобновляемых источников энергии. Так, применение ИИ позволяет прогнозировать индивидуальные потребности и, следовательно, обеспечить выработку прогнозируемых объемов электроэнергии, повышая общую энергетическую безопасность наряду с обеспечением интеграции в энергосеть возобновляемых источников энергии.

13. Однако разработка и внедрение таких цифровых решений требует не только нормативной поддержки, но и разработки технических стандартов. Соответствующие информационные системы и технологии должны иметь как внутренние связи, так и специальный интерфейс обмена с внешней средой. В связи с этим такие системы должны быть технически открытыми (не проприетарными), чтобы можно было легко разрабатывать интерфейсы для оперативных информационных систем.

14. Именно поэтому все более важную роль играет использование современных инструментов инновационной политики. В конкретной плоскости речь идет о более тесном сотрудничестве научных работников с представителями строительной и энергетической отраслей в целях быстрого и целенаправленного тестирования цифровых инноваций в самом широком смысле, оперативного изучения накопленного опыта и внедрения новых приложений. Для привлечения инвестиций в строительство климатически нейтральных зданий и в цифровые технологии необходимо срочно обеспечить безопасность инвестиций. Разработка открытых, масштабируемых и расширяемых концепций цифровизации, принимая во внимание их общественную значимость, представляет собой отдельную политическую задачу, которая должна решаться в приоритетном порядке.

### **III. Сравнительный анализ цифровых технологий и их возможностей**

#### **A. Цифровые технологии в материалах, изделиях, конструкционных элементах и инженерных системах**

15. В секторе строительства зданий (включая подготовительные строительные работы и строительство) происходят значительные изменения, которые, по всей видимости, будут продолжаться и в будущем. Причины изменений можно разделить на несколько категорий:

а) повышение запроса на снижение воздействия на окружающую среду и ужесточение соответствующих регулирующих норм (по мере повышения внимания государств к энергоэффективности и установления более строгих целевых показателей по выбросам вредных веществ в атмосферу потребителей все больше начинает беспокоить негативное воздействие на окружающую среду на этапах строительства и эксплуатации зданий);

б) изменения в предпочтениях относительно характеристик зданий, особенно в постковидный период (потребители, как физические, так и юридические лица, требуют более сложных зданий, спроектированных с учетом возможности подключения систем, уделяя все больше внимания не самому продукту, а использованию его функций; пандемия COVID-19 вызвала многочисленные кардинальные изменения на рынке труда и в ближайшие годы трансформирует спрос на индивидуальные здания);

в) рост технологического потенциала (развитие новых технологий, включая датчики и сложные комплексные программно-аппаратные решения, создает новые возможности для внедрения на этапе строительства и при эксплуатации зданий);

d) новые профессиональные навыки (компании строительного сектора нанимают подготовленных специалистов, владеющих навыками цифровых процессов).

16. В этом контексте цифровые технологии и процессы будут определять материалы, изделия, конструкционные элементы, а также инженерные системы, участвующие в общем жизненном цикле здания — от подготовки к строительству, на этапах строительства, эксплуатации и обслуживания до его сноса.

17. Важнейшим компонентом этой трансформации является информационное моделирование зданий (BIM) по технологии 6D, где 3D — это общая информационная модель, 4D — последовательность проведения строительных работ, 5D — стоимость и 6D — информация о жизненном цикле проекта (включая оценку энергоэффективности). Таким образом, застройщикам предоставляются инструменты и данные для высокоэффективного планирования, проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Кроме того, в расширенной экосистеме BIM решаются вопросы инспекции и технического обслуживания путем предоставления инструментов долгосрочного планирования и управления активами. Процессы BIM могут использоваться как для строительства новых, так и для реконструкции старых сооружений, поэтому они также считаются носителем инноваций и устойчивого роста.

18. Кроме того, все более распространенным инструментом, используемым как на этапе подготовки и строительства, так и на этапе эксплуатации и технического обслуживания зданий, являются цифровые двойники — виртуальные клоны физического объекта, представляющие собой его цифровой аналог в режиме реального времени на протяжении всего жизненного цикла. Предоставляя данные, эта технология снабжает застройщиков и операторов зданий многочисленными инструментами, способствуя более эффективному проектированию объектов, а также оказывая поддержку на этапе реализации проекта и помощь в технической эксплуатации и обслуживании. Хотя использование технологий цифрового двойника дает выигрывать уже на этапе подготовки к строительству, могут также разрабатываться ретроспективные модели при условии наличия данных о построенном объекте в режиме реального времени, что увеличивает потребность в установке в зданиях датчиков.

19. Цифровые технологии и процессы также оказывают влияние на сектор строительных материалов и изделий. Например, хотя 3D-печать в строительстве все еще остается нишевым сегментом рынка, у нее есть хорошие перспективы для дальнейшего развития. Среди преимуществ 3D-печати можно отметить высокоэффективное использование строительных материалов (практически полное отсутствие отходов в процессе строительства), более высокую эффективность эксплуатации и снижение операционных расходов (ОРЕХ): практически непрерывная работа 3D-принтеров может ускорить процесс строительства, при этом также снижаются затраты на рабочую силу. Снижение ОРЕХ с помощью цифровых технологий, внедряемых в зданиях, может быть достигнуто также на этапе технического обслуживания и эксплуатации. Например, принятие законодательства и нормативных актов об обязательных энергетических аудитах в некоторых европейских странах привели к разработке программного обеспечения на основе больших данных для выявления и оценки возможных вариантов повышения энергоэффективности. Маркировка энергоэффективности также осуществляется с помощью цифровых средств и специально разработанного программного обеспечения.

## **В. Цифровые технологии для зданий**

20. Для решения проблемы, связанной с увеличением доли возобновляемых источников энергии, например краткосрочного уравнивания спроса и предложения энергии, необходимо активизировать потенциал интеллектуальных зданий. Это означает интегрирование в энергетическую систему в качестве активных участников рынка миллионов децентрализованных потребительских единиц и

генерирующих установок и устройств внутри зданий. На местных, региональных или национальных рынках электроэнергии в вертикальной интеграции участвуют электромобили, тепловые насосы и электролизеры для системных услуг, а также децентрализованные установки, такие как фотоэлектрические (ФЭ) домашние накопители. Цифровые технологии могут использоваться для повышения эффективности зданий на нескольких этапах их жизненного цикла путем содействия развитию распределенных энергетических ресурсов (РЭР), таких как бытовые солнечные фотоэлектрические панели и накопители, а также при помощи более эффективного стимулирования производителей электроэнергии и упрощения хранения и продажи излишков электроэнергии и тепла в сеть.

21. Что касается оптимизации ресурсов в масштабах всей системы, то имеют значительные перспективы такие инструменты, как усовершенствованные системы управления распределением (УСУР), системы управления распределенными энергетическими ресурсами (СУРЭР) и датчики микросетей. В результате одним из основных барьеров на пути интеграции РЭР по-прежнему остается вопрос проверки и обмена ключевой информацией об атрибутах, возможностях, взаимосвязях и поведении РЭР, которые позволяют оптимизировать систему в целом. Подобно тому как банки проводят проверки по принципу «знай своего клиента» для выявления потенциальных клиентов, оценки приемлемости различных продуктов и управления рисками, операторам электросетей также необходимо квалифицировать и регистрировать каждый объект, предоставляющий услуги электросети. Ключевой проблемой остается информация о динамическом подключении и динамическом статусе в режиме реального времени: для любого устройства, функционирующего на конкретном рынке электроэнергии, следует установить безопасную цифровую идентификацию для согласования с другими системами и участниками.

22. Необходимо, чтобы устройства внутри зданий, а также связанные с ними права проверялись электронным способом в режиме реального времени для обеспечения минимизации транзакционных затрат и безопасного и динамичного взаимодействия. Таким образом, цифровые персональные и машинные идентификаторы становятся ключевым элементом в контексте энергоэффективности «умных» зданий. Цель энергетической экономики, куда входят и «умные» здания, состоит в обеспечении возможности децентрализованных систем автономно и динамично переключаться между внутренним потреблением, системными услугами и торговыми рынками, при этом чем больше участников объединяет система и чем чаще происходит взаимодействие (т. е. чем больше и ликвиднее рынки), тем более эффективной, экономичной и экологически безопасной является вся энергетическая система.

23. Децентрализованные установки способствуют более эффективному использованию электросетей за счет предоставления системных услуг. Поэтому необходимо повышать и наращивать степень гибкости использования сетей низкого напряжения в зданиях с помощью концепций цифровизации, способных работать в режиме реального времени и устойчивых к внешним воздействиям в целях обеспечения реагирующего управления энергосетями. В целом для интеграции устройств, на которые опираются существующие системы контроля и учета, требуется гибкая и адаптивная нормативная база, при этом такие системы должны быть также утверждены на конкурентных рынках торговли электроэнергией. Ключевым шагом в этом контексте являются цифровые идентификаторы, позволяющие каждой децентрализованной установке взаимодействовать с энергосистемой и участвовать в энергетическом рынке.

### **С. Производство «умной» энергии и доля просьюмеров**

24. Под «умными» сетями обычно понимаются энергосети, которые могут автоматически управлять потоками энергии и соответствующим образом адаптироваться к изменениям потребления и генерации. Именно цифровые технологии, обеспечивающие двустороннюю связь между производителем энергии и потребителями, использующими цифровые технологии, а также снятие данных с датчиков на линиях передачи и распределения электроэнергии определяют, является

ли сеть «умной». Внедрение передовых средств контроля и управления позволяет таким энергетическим системам быстрее реагировать и адаптироваться к изменениям спроса и предложения, поддерживая при этом между ними устойчивый баланс. Это позволяет обеспечить эксплуатационную гибкость и динамичное реагирование на изменения сетевых потребностей в мощности.

25. «Умные» установки генерации, часто на базе РЭР, в основном располагаются в зданиях или поблизости от них; благодаря их компактности проще получить разрешение на их эксплуатацию и размещать вблизи потребителя, тем самым сокращая потребности в инфраструктуре. Под РЭР обычно понимаются небольшие, географически рассредоточенные генерирующие мощности, например солнечные батареи, ветряки и установки для комбинированного производства тепловой и электрической энергии, работающие в распределительной системе с напряжением ниже напряжения типовой электрической системы, составляющего свыше 100 кВ.

26. Активные потребители энергии в зданиях, часто называемые «просьюмерами», одновременно выступают в роли производителей и потребителей электрической и тепловой энергии, тем самым размывая границы между этими двумя ролями. Переход от потребления к генерации стал возможен, в частности, благодаря появлению новых технических решений с выходом в сеть и постоянному увеличению количества ресурсов, которые можно контролировать на местном уровне: речь идет о солнечных и ветряных установках, а также электромобилях с реверсивной подзарядкой, подключенных к электрическим сетям. Можно выделить различные типы просьюмеров: бытовые, производящие электрическую или тепловую энергию у себя дома, общественные энергетические ассоциации, коммерческие просьюмеры, чья основная деятельность не связана с производством электрической или тепловой энергии, а также государственные учреждения, такие как школы или больницы. Поскольку процесс внедрения технологий РЭР продолжается, в настоящее время они неравномерно распределены между просьюмерами/зданиями, что временно ограничивает реализацию их полного потенциала.

27. «Умные» здания могут выступать в роли подключенных микросетей, внося свою лепту в управление генерацией и другие виды деятельности, например выключаясь из сети в периоды пиковой нагрузки, отключений электроэнергии или кибератак. Такие «умные» здания при условии согласованных действий с оператором энергосистемы также будут вносить свой вклад в повышение «интеллектуальности» и устойчивости энергосистемы. Энергоемкие коммерческие и промышленные здания также могут влиять на факторы спроса (DSR). Они могут увеличивать или уменьшать потребление энергии в зависимости от потребностей сети и оперативно поставлять мощность для восстановления баланса сети и предотвращения отключений и других серьезных сбоев. Технологии хранения энергии также имеют решающее значение для более широкого использования возобновляемых источников энергии в строительном секторе, так как они позволяют оптимизировать затраты на электроэнергию при сохранении комфортных условий за счет перераспределения нагрузки. Технология Vehicle-to-grid (подключение транспортных средств к электросети (V2G)) также имеет огромный потенциал для управления сетью в часы пиковой нагрузки, и здания могут сыграть решающую роль в предоставлении услуг по зарядке электромобилей и содействии интеграции транспортных средств с сетью.

28. Интеграция технологий умной генерации, умных сетей, энергонакопителей, электромобилей, потребителей и просьюмеров, а также других субъектов приведет к трансформации всей системы электро- и теплоэнергетики и бросит вызов традиционной бизнес-модели энергетических компаний. Однако это будет сопряжено с новыми требованиями к безопасности системы и рисками для частной жизни. Такая трансформация должна предусматривать соответствующие надежные превентивные и корректирующие меры, в том числе обеспечение кибербезопасности в качестве одного из фундаментальных принципов при проектировании, разработке и эксплуатации.



## IV. Вопросы безопасности и конфиденциальности

29. Безопасность при эксплуатации зданий играет важнейшую роль не только на физическом, но и на цифровом уровне. Это означает, что безопасность важна не только для тех, кто живет или работает в зданиях, но и для тех, кто владеет зданиями, управляет системами, подключенными к этим зданиям, и обрабатывает и использует данные, генерируемые этими системами. Важными концепциями безопасности с точки зрения цифровых технологий являются безопасность данных (включая кибербезопасность, информационную безопасность и конфиденциальность данных).

30. Безопасность данных включает кибербезопасность и информационную безопасность. Конфиденциальность данных представляет собой один из аспектов информационной безопасности. Под кибербезопасностью понимается безопасность инфраструктуры ИТ, защищенность компьютеров, серверов, мобильных устройств и т. д. от вредоносного ПО, т. е. взлома. Кибербезопасность необходима для защиты данных, так как вредоносные атаки могут, в частности, привести к проникновению в систему с целью получения несанкционированного доступа к данным. В целом безопасность данных — это защита данных от несанкционированного доступа, вредоносных атак и неправомерного использования. Другим аспектом безопасности данных является информационная безопасность, которая касается защиты частных лиц и компаний от несанкционированного использования информации (конфиденциальность), обеспечения в случае необходимости доступности информации (доступность) и ее точность (целостность). Как безопасность данных, так и информационная безопасность служат предпосылками для еще одного важного аспекта цифровой эпохи — конфиденциальности данных.

31. Конфиденциальность данных — это право человека контролировать сбор и использование его личной информации. Например, в Европе законодательство, касающееся конфиденциальности данных, отражено в Общем положении о защите данных (General Data Protection Regulation, GDPR)<sup>3</sup>; в США, в частности в Калифорнии, это Закон о конфиденциальности потребителей Калифорнии (California Consumer Privacy Act, CCPA)<sup>4</sup>. Оба акта направлены на повышение безопасности в цифровой сфере, например в них содержатся требования к компаниям конкретно указывать, какие данные собираются и с какой целью, а также предоставлять клиентам право отказа от сбора их данных.

### A. Методы обеспечения конфиденциальности и безопасности

32. Еще один важный вопрос — обеспечение кибербезопасности, безопасности данных, информационной безопасности и конфиденциальности данных в контексте «умных» зданий для минимизации рисков утечки сведений и их неправомерного использования. Ключевой фактор в достижении данной цели — обеспечение безопасности на этапе проектирования. Это означает, что безопасность закладывается в проект здания и его информационно-коммуникационные (ИКТ) системы. К примеру, если жильцы планируют организовать локальные интернет-сети на базе электросети, то каждая квартира должна иметь свою собственную электрическую цепь или защиту с помощью других мер безопасности для предотвращения несанкционированного доступа к сети из других квартир.

33. Непрерывное тестирование безопасности должно быть частью процесса разработки систем ИКТ для зданий. Таким образом, проблемы безопасности могут решаться на более ранних этапах и, возможно, быстрее. Кроме того, извлечение уроков из таких проблем помогает создавать более безопасные системы в будущем. Речь идет о проверке кодов и автоматизированном тестировании на проникновение в систему. Тест на проникновение — это имитация атаки на компьютерную систему с целью

<sup>3</sup> Доступно на веб-сайте EUR-Lex (<http://www.eur-lex.europa.eu>).

<sup>4</sup> Доступно на сайте Законодательной информации Калифорнии (<http://www.leginfo.legislature.ca.gov>).

оценки защищенности этой системы. Такие тесты на проникновение должны проводиться непосредственно перед использованием системы.

34. Одним из важных факторов для минимизации компаниями риска утечки и неправомерного использования данных в контексте информационной безопасности является принятие конкретных правил, например в отношении паролей, физического доступа в здания, кодирования, использования социальных сетей, резервного копирования и конфиденциальности данных. После разработки таких правил необходимо проводить аудиты с целью проверки их выполнения. Например, такие проверки могут проводиться в рамках сертификации управления информационной безопасностью (ISO-27001)<sup>5</sup>.

## **В. Утечка данных и ее влияние на безопасность**

35. Важность обеспечения кибербезопасности и защиты данных, связанных со зданиями, становится очевидной при анализе возможных последствий в случае, если они не были заранее учтены. Например, игнорирование вопросов безопасности данных может позволить злоумышленникам получить информацию об использовании энергии, что позволяет определить время отсутствия жильцов в доме и спланировать последующее физическое проникновение в жилье.

36. Такой сценарий может реализоваться в случае пренебрежения кибербезопасностью, например когда хакеры получают доступ к энергетическим данным через бреши в системе безопасности приложения, управляющего энергоснабжением. Это также может произойти в случае пренебрежения вопросами информационной безопасности, например когда сотрудники получают несанкционированный доступ к такому приложению. Еще один пример нарушения конфиденциальности данных — это сбор и обработка данных без соответствующего разрешения жильцов. Данные примеры показывают, что последствия выходят далеко за пределы цифрового мира и могут причинить и физический вред. На самом деле в экстремальной ситуации это может угрожать энергетической безопасности в целом — резкое увеличение злоумышленниками энергопотребления зданий (так называемая DoS-атака) может вывести из строя энергетическую систему.

## **В. Роль и влияние центров обработки данных**

37. Центры обработки данных (ЦОД) являются ключевым элементом общей цифровой инфраструктуры, при этом налицо рост потребности в таких центрах для обработки и хранения данных в целях поддержки внедрения умных технологий в секторе зданий. Центр обработки данных — это отдельное здание или специальное помещение для размещения оборудования для обработки данных, их хранения и передачи одной или несколькими организациями. Это пространство используется исключительно для размещения аппаратных средств и необходимой инфраструктуры электропитания и охлаждения. Деятельность центров обработки данных основана на двух основных компонентах: 1) физической инфраструктуре (здание и оборудование) и 2) предлагаемые услуги (хранение, управление, обслуживание и безопасность данных). Цифровая экономика построена на передаче данных и интернет-связях. Центры обработки данных являются основополагающей частью цифровой инфраструктуры, обеспечивающей рост объема данных, генерируемых в результате многих видов деятельности в государственном и частном секторах.

38. Центры обработки данных — это очень энергоемкие здания, требующие в десятки и сотни раз больше электроэнергии на единицу площади, чем другие типы коммерческих зданий. По оценкам, на центры обработки данных приходится от 1 до 1,5 процента от общего объема энергопотребления в мире, что соответствует примерно 200 ТВтч электроэнергии. По сравнению с ростом объема данных за последнее десятилетие во всем мире энергопотребление центров обработки данных

<sup>5</sup> Доступно на веб-сайте Международной организации по стандартизации (<http://www.iso.org>).

увеличилось незначительно благодаря применению мер по повышению энергоэффективности. Если за период с 2010 по 2018 год потребление энергии выросло на 6 процентов, то количество вычислительных операций в центрах обработки данных увеличилось на 550 процентов. С другой стороны, с точки зрения выбросов вредных веществ центры обработки данных вносят около 0,3 процента в общий объем выбросов углерода, в то время как на экосистему ИКТ в целом, по имеющимся данным, приходится более 2 процентов глобальных выбросов. Таким образом, это ставит углеродный след ИКТ в один ряд с выбросами от потребления топлива в авиационном секторе.

39. В дополнение к высокому спросу на энергию и проблеме устойчивости центры обработки данных также являются источником избыточного тепла. Отходящее тепло, вырабатываемое при работе центров обработки данных, может улавливаться и использоваться в сетях централизованного теплоснабжения или близлежащими потребителями, что позволит увеличить экономию энергии и повысить эффективность всей системы. Развитие новых современных технологий энергоснабжения предполагает синергию централизованного тепло- и холодоснабжения, электроснабжения, возобновляемых источников энергии и энергии отходов, интегрированных в умную энергосистему, которая также требует «энергетически умных» или «цифровизованных» зданий в качестве конечных пользователей. Именно они будут выбирать из доступных на рынке источников энергии. Таким образом, потребители будут выбирать наиболее привлекательную в экономическом плане энергию на фоне повышения сбалансированности всей местной энергосистемы.

40. Наиболее распространенным показателем для оценки устойчивости ЦОД является коэффициент эффективности использования электроэнергии (PUE), которым измеряется соотношение между мощностью, используемой оборудованием ИТ, и мощностью, поставляемой в ЦОД. Недавно был разработан ряд показателей, которые выходят за рамки энергопотребления и учитывают углеродный аспект и водные ресурсы, используемые для работы ЦОД: речь идет об эффективности использования углерода (CUE) и эффективности использования воды (WUE) соответственно. Данные показатели относятся к энергоэффективности и возобновляемой энергии, включая не только системы ИТ, но и источники энергии для охлаждения и питания. Однако эти параметры и показатели в основном ориентированы на оценку потребления энергии, игнорируя при этом ущерб, причиняемый центрами обработки данных экосистемам, здоровью людей и природным ресурсам. Кроме того, большинство оценок предназначены для мониторинга работы ЦОД, но при этом упускают из вида потенциальное воздействие на окружающую среду, возникающее в результате строительства, транспортировки и окончания срока службы различных компонентов ЦОД.

41. На этапе эксплуатации потенциал энергоэффективности ЦОД в основном сосредоточен в ИТ-оборудовании, системах охлаждения и системах электроснабжения. Решения в области повышения энергоэффективности охватывают консолидацию серверов, замену чипов и серверов для повышения эффективности работы, использование тепла от серверов для централизованного отопления, использование воздушного и водяного естественного охлаждения, переход на гипермасштабные системы, охлаждение серверов с помощью изоляционных материалов и использование искусственного интеллекта для управления системой охлаждения ЦОД. Помимо решений по энергоэффективности, операторы гипермасштабных ЦОД также изучают потенциальные возможности декарбонизации за счет возобновляемых источников энергии для питания ЦОД с помощью фотоэлектрических технологий или ветряных турбин. При поиске возможностей расширения использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения ЦОД следует обратить внимание на еще один критический фактор — выбор места расположения центра обработки данных. Также необходимо учитывать другие важные факторы: долю возобновляемой энергии в энергоснабжении, стабильность энергосистемы и среднегодовую температуру окружающей среды.

42. Следует отметить, что воздействие на окружающую среду на этапах до и после эксплуатации центра обработки данных столь же значительно, как и воздействие, обусловленное эксплуатацией. Например, оборудование в центрах обработки данных требует добычи, производства и утилизации большого количества металлов. Эти процессы могут привести к дефициту материалов и потенциальному загрязнению окружающей среды металлами, что в свою очередь может нанести ущерб экосистемам и здоровью человека. Если во главу угла ставить повышение энергоэффективности за счет частой замены оборудования, можно добиться энергосбережения и снижения выбросов углекислого газа на этапе эксплуатации, однако в долгосрочной перспективе это приведет к увеличению потребления материалов и связанному с этим загрязнению окружающей среды. Чтобы избежать переноса нагрузки с одного этапа жизненного цикла ЦОД на другой, следует рассмотреть возможность либо повышения эффективности использования материалов в процессе производства оборудования, либо повышения эффективности повторного использования и переработки материалов после окончания срока службы оборудования.

43. Наконец, обеспечение эффективного и действенного мониторинга энергопотребления ЦОД на всех этапах жизненного цикла требует гораздо более высокого уровня компетенций в области государственных данных и моделирования. Для разработки и оценки политики, основанной на фактических данных, национальные директивные органы должны организовать надежные системы сбора данных и хранилища открытых данных.

## **VI. Повышение качества человеческого капитала**

44. Энергоэффективность является одним из основных средств достижения целевых показателей по климату и обеспечения экономического подъема. Это трудоемкий сектор, в котором имеются значительные возможности для трудоустройства. Быстрыми темпами растет число рабочих мест в сфере обеспечения энергоэффективности, и вероятно появление дополнительных возможностей трудоустройства, требующих, в частности, навыков использования ИКТ для повышения энергоэффективности зданий. Реновация и строительство новых зданий потребует привлечения специалистов по ИКТ для управления процессами информационного моделирования здания (BIM). Навыки ИКТ также необходимы при внедрении в зданиях цифровых технологий, их безопасной эксплуатации и обслуживания (например, датчиков, «интернет-вещей», средств управления энергопотреблением, искусственного интеллекта, профилактического обслуживания и т. д.). Кроме того, значительной части специалистов на этих новых рабочих местах потребуются специализированные навыки в области ИКТ (речь идет о кибербезопасности, анализе больших данных, кодировании и т. д.), которые необходимы специалистам для разработки и внедрения соответствующих безопасных систем. Для понимания потребностей потребителей и разработки новых продуктов и услуг также необходимы обработка, оценка и интерпретация поступающих из зданий больших данных. Это позволит создавать новые рынки и дополнительный спрос на рабочую силу.

45. Затянувшийся разрыв между наличием и потребностью в работниках соответствующей квалификации в цифровой области в строительной отрасли на рынке очевиден. Хотя этому способствуют многие факторы, главным из них является типичная инерция во внедрении цифровых процессов и технологий в энергетическом секторе. Кроме того, спрос на квалифицированные кадры в сфере цифровых технологий будет расти в результате изменения поведения и образа жизни потребителей, а также энергопотребления, вызванного пандемией COVID-19, с одной стороны, а с другой — согласованными усилиями по инвестированию в меры по повышению энергоэффективности в связи с актуальными экологическими проблемами, в энергетическом секторе.

46. Хотя решающее значение имеют инвестиции в укрепление потенциала существующего рынка труда, следует также обратить внимание на подготовку специалистов, которым будут по плечу задачи будущего. Для перекавалификации

существующей рабочей силы необходимы коллективные меры по укреплению потенциала в области технологий ИКТ, а для подготовки будущей рабочей силы — формальное обучение ИКТ на базе начальной, средней и высшей школе. Расширение возможностей обучения на различных уровнях будет способствовать удержанию на местах талантливых специалистов в области ИКТ, которые в итоге могут быть приглашены на работу компаниями, разрабатывающими решения в области повышения энергоэффективности зданий и в другие сегменты энергетического сектора. Для достижения этой цели может потребоваться налаживание государственно-частных партнерств в области повышения квалификации кадров, поскольку частные организации могут представить прогнозы по рабочей силе и оценки необходимых компетенций, а также провести соответствующие тренинги и внести вклад в разработку учебных программ.

## VII. Выводы и рекомендации

47. В свете вышеизложенного Целевая группа по цифровизации в энергетике<sup>6</sup> предлагает следующие основные выводы и политические рекомендации:

a) более тесное сотрудничество и демократизация процесса принятия решений. Строительный сектор очень сложен, в нем действует множество субъектов с разными ценностями и приоритетами. Более тесное сотрудничество будет иметь ключевое значение для полного высвобождения потенциала цифровых технологий в области создания устойчивых зданий. Обмен информацией и достижение консенсуса между экспертами в области энергетики зданий и специалистами по цифровым технологиям имеет решающее значение для обеспечения прогресса на пути внедрения устойчивой практики в зданиях;

b) ключевая роль технических стандартов и мандата для процесса осуществления. Технические стандарты имеют далеко идущие экологические, экономические и социальные последствия. Цифровые технологии, которые будут использоваться в зданиях на всех этапах их жизненного цикла (подготовка к строительству, строительство, эксплуатация и обслуживание, снос), должны опираться на строгие технические нормы и широкий мандат на их внедрение для обеспечения их действенности и эффективности в долгосрочной перспективе. Технические стандарты цифровых технологий, внедряемых в стройиндустрии, также помогут найти баланс между интересами конкурирующих предприятий и приоритетами национальных правительств. Следует также отметить, что важны не только технические стандарты продукта, но и стандарты, прописывающие его взаимодействие с другими устройствами в здании;

c) нормативно-правовое регулирование, обеспечивающее поддержку и защиту. Развитие технологий ИКТ идет очень быстрыми темпами. Для обеспечения инвестиций в цифровые технологии в строительном секторе и их быстрого внедрения необходимы нормативные акты, способствующие этому процессу. Цифровые технологии сопряжены с нестабильностью и неопределенностью, поэтому для обеспечения защиты отдельных лиц, организаций, а также общей инфраструктуры строительного сектора потребуются четкие правовые и нормативные меры на местном, национальном и международном уровнях.

d) стимулирование научных исследований. Строительный сектор играет важнейшую роль в достижении целей по созданию экономики с низким или нулевым уровнем выбросов углерода. Национальная инновационная политика должна рассматривать инновации в строительном секторе в качестве приоритетного направления и способствовать более тесному сотрудничеству ученых с представителями строительной и энергетической отраслей, а также с экспертами в области ИКТ, работающими в этом секторе экономики. Тестовое внедрение цифровых инноваций и их оперативное итеративное тестирование в рамках «регуляторных песочниц» или пилотных проектов является основой для их масштабируемости,

<sup>6</sup> <https://unece.org/sustainable-energyenergy-efficiency/digitalization-energy>.

поэтому политика стимулирования инноваций может стать важнейшей составляющей процесса создания устойчивых зданий.

e) вопросы безопасности и конфиденциальности. Цифровые инновации, ориентированные на потребителя, бросают вызов традиционной бизнес-модели энергопредприятий, поэтому энергопредприятия изучают и тестируют различные бизнес-модели для решения проблем энергоснабжения сектора зданий и удовлетворения запросов потребителей. Однако новый способ ведения бизнеса и более активное взаимодействие большого числа заинтересованных участников в системе порождает новые проблемы безопасности и риски для конфиденциальности. Необходимо планировать надежные превентивные и корректирующие меры в рамках национальной политики и нормативных актов в целях предотвращения любых экстремальных событий и угроз безопасности людей, организаций или инфраструктуры;

f) устойчивость центров обработки данных. При внедрении цифровых технологий в строительный сектор нельзя подвергать угрозе эффективность и устойчивость центров обработки данных. Следует разработать стратегические меры для консолидации серверов, повышения эффективности их работы, использования отходящего тепла для централизованного теплоснабжения, систем охлаждения на основе возобновляемых источников энергии, умных систем управления кондиционированием и повышения эффективности использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения во избежание эффекта «отскока». Решающее значение имеют надежный сбор ЦОДами данных по энергии и выбросам вредных веществ и их общедоступность, что позволит разрабатывать соответствующие национальные стратегии;

g) национальная стратегия повышения квалификации в области цифровых технологий. Налицо значительный дефицит цифровой грамотности и навыков, поэтому использование всех преимуществ цифровых технологий станет возможным только после разработки национальной стратегии формирования навыков в области цифровых технологий, предусматривающих подготовку будущих кадров и переподготовку существующих. Повышение квалификации и развитие навыков в сфере цифровых технологий с учетом потенциала строительного сектора должны быть направлены на повышение устойчивости зданий, создание новых рабочих мест и минимизацию рисков и непредвиденных последствий в связи с более высокой степенью интеграции цифровых технологий;

h) открытость, доступность и высокое качество данных. Надежность данных служит прочной основой для улучшения понимания процессов принятия решений в строительном секторе (на этапах строительства, эксплуатации, технического обслуживания и деконструкции), повышения прозрачности, например спроса на ресурсы, энергопотребления, стандартов эффективности и т. д. Надежные данные также позволяют внедрять новые методы на основе искусственного интеллекта и машинного обучения для последующего информирования политиков и руководителей отрасли, принимающих наиболее ответственные решения по декарбонизации строительного сектора.