

ЭКОНОМИКА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Научная статья
УДК 338.24
doi: 10.33917/mic-5.124.2025.21–34

Микрогенерация: спасательный круг для энергетики России

Ефимов Андрей Рудольфович

кандидат технических наук, доцент, кафедра электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия, Efimovar@mpei.ru

Ильковский Константин Константинович

доктор экономических наук, профессор кафедры (базовой) возобновляемых источников энергии, Российской государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия, 703208@mail.ru

Ильковский Даниил Константинович

соискатель, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Москва, Россия, daniel-97@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются перспективы и примеры развития микрогенерации в России, анализируется потенциал распределенной энергетики, правовые и экономические аспекты. Показана роль микрогенерации как фактора устойчивости энергосистемы.

Ключевые слова: микрогенерация, возобновляемые источники энергии, фасадная солнечная энергетика, энергетическая стратегия, децентрализация

Для цитирования: Ефимов А.Р., Ильковский К.К., Ильковский Д.К. Микрогенерация: спасательный круг для энергетики России. Микроэкономика. 2025. №5. С. 21–34. DOI: <https://doi.org/10.33917/mic-5.124.2025.21–34>

ECONOMY OF FUEL AND ENERGY COMPLEX

Original article

MICROGENERATION: A LIFELINE FOR RUSSIA'S ENERGY SECTOR

Andrey R. Efimov

Candidate of Sciences (Technical), Associate Professor, Department of Industrial Power Supply and Electrical Technology, National Research University «MPEI», Moscow, Russia, Efimovar@mpei.ru

Konstantin K. Ilkovskiy

Doctor of Sciences (Economic), Professor, Department of (Basic) Renewable Energy Sources, National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow, Russia, 703208@mail.ru

Daniil K. Ilkovskiy

PhD Candidate, Saint Petersburg State University of Civil Aviation, Moscow, Russia, daniel-97@mail.ru

Abstract. The article examines the prospects and examples of microgeneration development in Russia, analyzes the potential of distributed energy, legal and economic aspects, and shows the role of microgeneration as a factor of energy system stability.

Keywords: microgeneration, renewable energy, solar facade systems, energy strategy, decentralization

For citation: Efimov A.R., Ilkovskiy K.K., Ilkovskiy D.K. Microgeneration: a lifeline for Russia's energy sector. Microeconomics. 2025;5:21–34 (In Russ.). <https://doi.org/10.33917/mic-5.124.2025.21-34>

Российская объединенная энергосистема демонстрирует признаки перегрузки. Раствущий дефицит мощности, особенно в энергонасыщенных южных регионах, на Дальнем Востоке заставляет регуляторов и энергокомпании искать срочные и зачастую крайне затратные решения. Традиционный ответ — форсированное строительство новых крупных тепловых и атомных электростанций — упирается в три ключевые проблемы: колоссальные капиталовложения, длительные сроки реализации и неминуемый многократный рост тарифов для конечного потребителя, который станет основным источником финансирования этих гигантских проектов.

Однако мировой опыт доказывает, что существует иной, более гибкий, децентрализованный и экономически эффективный путь. Решение кроется не только в наращивании «большой» генерации, но и в превращении миллионов потребителей в активных участников энерго-

рынка — прозьюмеров (*prosumer*, от *producer* + *consumer*), которые сами производят энергию для своих нужд и делятся ее излишками с сетью.

Мировая практика уже подтвердила успешность этой модели. В Германии, пионере «энергетического поворота» (*Energiewende*), установлено более 2 миллионов солнечных электростанций, большинство из которых — это частные домохозяйства и малый бизнес [1]. Немецкая энергосистема, несмотря на скепсис, стабильно работает с огромной долей переменчивой ВИЭ, во многом благодаря именно распределенной генерации. В Калифорнии (США) действуют программы, по которым новые жилые кварталы с самого проектирования оснащаются солнечными панелями и накопителями, формируя устойчивые микросети (*microgrids*), способные работать автономно в случае аварий в центральной сети [2]. В Австралии каждый четвертый частный дом имеет солнечные панели на крыше, а общая мощность кровель-

ной солнечной генерации уже превышает мощность крупнейшей в стране угольной электростанции [3]. В Китае реализуются грандиозные проекты целых «солнечных городов», где фасады небоскребов, шумовые экраны вдоль автобанов и даже поверхность искусственных озер покрыты фотоэлектрическими модулями [4].

Эти примеры объединяет одно: понимание того, что современные города и здания — это не просто потребители энергии, а ее потенциальные источники. И Россия обладает колоссальным, пока еще нераскрытым потенциалом в этой сфере.

Столкнувшись с перспективой резкого роста счетов за электроэнергию, российский потребитель, по примеру зарубежных соседей, не будет молчать. Привычка к относительно дешевой энергии, подкрепленная доступностью технологий (солнечные панели, накопители, умные сети), заставит его искать альтернативы. Жесточайшее сопротивление росту тарифов выльется в массовый, стихийный уход в энергетическую самостоятельность, что может создать новые вызовы для сетевых компаний.

Выход для государства и крупных энергокомпаний очевиден и опробован в мире: вместо того чтобы пытаться финансировать дефицит исключительно за счет потребителя, нужно возглавить эту тенденцию и законодательно стимулировать его самого становиться генератором. Это позволит многократно снизить пиковую нагрузку на сети, отсрочить необходимость строительства дорогостоящих гигантских станций и создать новый, распределенный и устойчивый ландшафт отечественной энергетики. И первый уверенный шаг в этом направлении уже сделан в Уфе.

Урок из Уфы: солнце на фасаде работает

Ярким примером успешной интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в городскую среду стал умный дом «Гелиос» в Уфе. Крупнейший в России солнечный фасад мощностью 180 кВт, изготовленный компанией

«Хевел», демонстрирует впечатляющие результаты [5].

За неполные 8 месяцев 2025 г. он выработал 53 000 кВт·ч электроэнергии, что больше, чем за весь 2024 г. (39 100 кВт·ч). В компании объясняют этот рост двумя факторами: повышенной инсоляцией в регионе и, что самое важное, увеличением внутренней нагрузки из-за заселения дома. Раньше система была вынуждена ограничивать мощность, чтобы не перенасыщать сеть при низком потреблении. Теперь же вся вырабатываемая энергия эффективно потребляется внутри здания, что делает систему максимально эффективной и экономически выгодной.

Этот пример наглядно доказывает: микрогенерация наиболее эффективна там, где есть стабильное внутреннее потребление, а именно — в жилом секторе.

Российские примеры: от частного дома до целого квартала

Успех уфимского «Гелиоса» — не единичный случай. По всей России уже реализуются проекты, доказывающие, что микрогенерация — это не эксперимент, а работающее и экономически оправданное решение.

Солнечные электростанции на крышах и фасадах бизнес-центров (Москва, Санкт-Петербург). Крупные девелоперы все чаще рассматривают солнечную генерацию как часть концепции «зеленого» и энергоэффективного здания [6].

БЦ «Даниловская мануфактура» (Москва). На крыше бизнес-центра установлена солнечная станция мощностью 57 кВт. Она обеспечивает энергией общие зоны (освещение, лифты), снижая эксплуатационные расходы и демонстрируя экологическую ответственность арендаторам [7].

Ленинградский центр (Санкт-Петербург). Один из первых проектов, где солнечные панели интегрированы в остекление атриума. Хотя их основная функция — затенение и генерация, проект важен как архитектурный прецедент [8].

Солнечные станции для сельскохозяйственных и логистических объектов. Высокие тарифы на электроэнергию и большие площади крыш делают солнечную энергетику крайне привлекательной для агробизнеса и логистики.

Тепличный комбинат «Агро-Инвест» (Крым). Установлена СЭС мощностью 9,8 МВт на крышах теплиц. Вырабатываемая энергия идет на обеспечение работы систем освещения, полива и вентиляции, значительно снижая себестоимость продукции. Это крупнейший в России проект агровольтаики [9].

Логистический комплекс «ЛСР-Недвижимость» (Ленинградская область). На крышах складских помещений смонтированы солнечные панели общей мощностью 2,5 МВт. Энергия частично используется для собственных нужд комплекса, частично поставляется на оптовый рынок, создавая новый источник дохода для владельца.

Микрогенерация в частном секторе (Краснодарский край, Крым, южные регионы). Тысячи владельцев частных домов в самых солнечных регионах России уже установили солнечные панели и по «зеленому тарифу» продают излишки в сеть. Для многих это способ не только сэкономить, но и заработать. Рост числа таких установок стихийно создает распределенную энергосистему, повышающую надежность электроснабжения целых поселков [10].

Автономное солнечное энергоснабжение в удаленных и изолированных районах. Это одно из самых перспективных и социально значимых направлений.

Республика Тыва, Алтай, Якутия, Забайкальский край. В удаленных селах, где подключение к единой энергосистеме невозможно или крайне дорого, устанавливаются гибридные солнечно-дизельные электростанции. Они значительно сокращают расход дорогостоящего природного дизельного топлива. Например, в селе Мугур-Аксы (Тыва) такая станция мощностью 1 МВт экономит до 500 тонн дизеля ежегодно [11].

Автономные объекты инфраструктуры. Солнечные панели все чаще используются

для питания базовых станций сотовой связи, метеостанций, систем мониторинга на газо- и нефтепроводах, что снижает затраты на их обслуживание.

Инновационные проекты: от остановок до АЗС

Солнечные остановки (Казань, Уфа). Городские остановки общественного транспорта оснащаются солнечными панелями, которые питают светодиодное освещение, информационные табло и USB-розетки для зарядки устройств [12].

Солнечные электростанции на АЗС («Лукойл», «Роснефть»). Нефтяные компании активно устанавливают СЭС на крышах и территориях своих автозаправочных комплексов. Энергия используется для работы самой АЗС, а излишки могут поступать в сеть.

Эти примеры демонстрируют, что технология уже здесь, она работает в самых разных условиях и для разных целей: от экономии денег частного домовладельца до обеспечения энергией стратегически важных и социальных объектов. Задача государства — создать такую нормативную базу, которая позволит этому потенциалу раскрыться массово, а не точечно.

BIPV: когда здание само становится электростанцией

Ярким примером следующего этапа эволюции микрогенерации является технология BIPV (Building Integrated Photovoltaics). В этом случае солнечные панели не просто монтируются на конструкцию здания, а полностью интегрируются в его оболочку, заменяя традиционные фасадные и кровельные материалы [13]. Рассмотрим конкретный проект, иллюстрирующий этот подход.

Технические параметры проекта BIPV-башни (пример):

- Конструкция. Башня сечением 22,8 x 33,6 метров, высота 80 метров.
- Площадь фасадов. 9 024 м².
- Решение. Интеграция фотоэлектрических модулей (ФЭМ) в фасадную систему.

— *Масштаб.* 465 ФЭМ общей площадью 930 м².

— *Энергетика.* Вся вырабатываемая электроэнергия передается во внутреннюю сеть здания для приоритетного потребления. Дефицит компенсируется из центральной сети.

Достоинства такого решения:

— *Двойная экономия на материалах.* Фотоэлектрические модули выполняют две функции: одновременно являются и облицовочным материалом (заменяя фасадные кассеты, керамогранит или стеклопакеты), и генератором энергии. Это значительно снижает срок окупаемости проекта.

— *Энергетическая автономия и снижение эксплуатационных расходов (OPEX).* Здание покрывает часть собственных пиковых нагрузок (кондиционирование, освещение, лифты) в светлое время суток, что приводит к прямой экономии на счетах за электроэнергию.

— *Повышение капитализации и статуса объекта.* BIPV-здание представляет собой современный, технологичный, «зеленый» актив. Его экологический статус повышает привлекательность для арендаторов и инвесторов, заботящихся об ESG-принципах (Environmental, Social, Governance).

— *Эстетика и архитектурная выразительность.* Современные BIPV-панели бывают разных цветов и фактур, позволяя архитекторам создавать уникальные визуальные эффекты и играть с паттернами на фасаде, а не просто прятать технику.

Недостатки и вызовы:

— *Высокие первоначальные инвестиции (CAPEX).* Стоимость BIPV-модулей и специализированных монтажных систем значительно выше, чем у традиционных.

— *Сниженная удельная выработка.* Фасадные панели, особенно вертикальные, работают в неоптимальном режиме и вырабатывают на 30–50% меньше энергии, чем такие же панели, установленные под идеальным углом. Это компенсируется огромной площадью.

— *Сложность проектирования и монтажа.* Требуется теснейшее взаимодействие меж-

ду архитекторами, инженерами-конструкторами, специалистами по монтажу фасадов и энергетиками на самых ранних этапах проектирования.

— *Вопросы обслуживания и ремонтопригодности.* Замена вышедшего из строя модуля, интегрированного в фасад на высоте 80 метров, является сложной и дорогостоящей операцией.

Будущее таких решений:

Проект этой башни — не просто расчет, а демонстрация уже работающего тренда. Будущее за «активной» архитектурой, где каждое здание проектируется как самостоятельный энергообъект.

Город как виртуальная электростанция (VPP). Такие BIPV-здания, объединенные в единую цифровую сеть, смогут выступать как распределенная электростанция, гибко реагируя на запросы энергосистемы и продавая излишки [14].

Новые материалы. Развитие технологий приведет к появлению более дешевых, эффективных и гибких BIPV-элементов: прозрачных панелей для остекления, гибких пленок для криволинейных поверхностей.

Обязательный стандарт. Использование энергогенерирующих материалов должно стать строительной нормой для всех новых общественных и жилых зданий в регионах России, так же как сегодня это нормой является теплосбережение.

Приведенный пример доказывает, что современные технологии позволяют кардинально изменить роль здания в энергосистеме — от пассивного потребителя к активному производителю энергии, плавно интегрируя генерацию в урбанистический ландшафт без ущерба для эстетики.

Неизбежность децентрализации: почему потребитель пойдет своим путем

Столкнувшись с перспективой резкого роста счетов за электроэнергию, потребитель не будет молчать. Привычка к относительно дешевой энергии, подкрепленная доступностью тех-

нологий (солнечные панели, накопители, умные сети), заставит его искать альтернативы. Жесточайшее сопротивление росту тарифов выльется в массовый уход в энергетическую самостоятельность.

Выход для государства и крупных энергокомпаний очевиден: вместо того чтобы пытаться финансировать дефицит за счет потребителя, нужно законодательно стимулировать его самого становиться генератором. Это позволит многократно снизить нагрузку на сети и отсрочить необходимость строительства дорогостоящих гигантских станций.

Потенциал, который висит на стенах: расчет для всей России

Для оценки реального вклада фасадной солнечной энергетики в энергосистему страны проведем детальные расчеты для двух основных категорий жилого фонда: индивидуальных жилых домов (ИЖД) и многоквартирных домов (МКД). Расчеты строятся на консервативных допущениях, чтобы продемонстрировать даже минимально возможный потенциал.

1. Расчет для индивидуальных жилых домов (ИЖД)

Исходные данные и допущения.

Количество домов в России: ~10 млн единиц (консервативная оценка).

Площадь стен одного дома: Усредненный дом 10x10 метров, 2 этажа. Площадь четырех стен: $(10 \text{ м} \times 6 \text{ м} \times 4 \text{ стены}) = 240 \text{ м}^2$.

Площадь под солнечные панели: Учитываем окна, архитектурные особенности, ориентацию не на юг. Для расчета берем 20% от общей площади стен.

Площадь панелей на 1 дом = $240 \text{ м}^2 \times 0,2 = 48 \text{ м}^2$.

Удельная выработка: Для вертикальных панелей в средней полосе России (инсоляция ~1000 кВт·ч/м²/год, КПД панели 20%, поправочный коэффициент 0,5 для вертикального размещения).

Выработка с 1 м² = $1000 \times 0,2 \times 0,5 = 100 \text{ кВт·ч/год}$.

Выработка на 1 дом = $48 \text{ м}^2 \times 100 \text{ кВт·ч/м}^2 = 4800 \text{ кВтч/год}$.

Экономический анализ для одного домохозяйства:

Стоимость установки: ~60 000 руб./кВт (под ключ, с учетом BOS-компонентов и монтажа).

Мощность станции на доме: $48 \text{ м}^2 \times \sim 0,15 \text{ кВт/м}^2$ (мощность с 1 м² панели) = 7,2 кВт.

Предполагаемые капитальные затраты (CAPEX): 7,2 кВт × 60 000 руб./кВт = ~432 000 руб.

Годовая экономия: 4800 кВт·ч × 5,5 руб./кВт·ч (средний тариф для населения) = 26 400 руб./год.

Простой срок окупаемости: 432 000 / 26 400 ≈ 16,4 лет (С учетом продажи излишков по «зеленому тарифу» (~2–3 руб./кВт·ч) и ежегодного роста тарифов на электроэнергию на 5–10%, срок окупаемости может сократиться до 10–12 лет).

Даже при консервативном сценарии, оснащение 20% стен ИЖД солнечными панелями способно генерировать ~48 млрд кВт·ч ежегодно. Это не только прямая финансовая выгода для домовладельцев, но и значительное снижение пиковой нагрузки на распределительные сети в часы наибольшего энергопотребления (дневное время), что напрямую откладывает необходимость их дорогостоящей модернизации.

2. Расчет для многоквартирных домов (МКД)

Исходные данные и допущения (на примере панельной 17-этажки).

Количество МКД в России: ~960 000 единиц.

Параметры типового МКД: 5 подъездов, длина 60 м, высота 51 м (17 этажей × 3 м).

Площадь стен одного МКД: $(60 \text{ м} \times 51 \text{ м} \times 4 \text{ стороны}) = 12240 \text{ м}^2$.

Площадь под солнечные панели: Учитываем лоджии, окна, нестандартную геометрию. Берем 25% от общей площади (более высокий показатель, чем для ИЖД, из-за большей площади глухих торцевых и межоконных стен).

Площадь панелей на 1 МКД = $12240 \text{ м}^2 \times 0,25 = 3060 \text{ м}^2$.

Удельная выработка: Аналогично ИЖД, 100 кВт·ч/м²/год.

Выработка на 1 МКД = 3 060 м² × 100 кВт·ч/м² = 306 000 кВтч/год.

Экономический и системный анализ для одного МКД.

Мощность станции на доме: 3 060 м² × ~0,15 кВт/м² = 459 кВт.

CAPEX: 459 кВт × 35 000 руб./кВт (меньшая удельная стоимость за счет масштаба и замены облицовочного материала фасада) ≈ ~16,1 млн руб.

Годовая экономия на общедомовых нуждах (ОДН): Электроэнергия для лифтов, освещения, насосов. Допустим, потребление ОДН = 120 000 кВт·ч/год.

Станция покрывает 100% ОДН и генерирует излишки: 306 000–120 000 = 186 000 кВт·ч/год.

Доход от продажи излишков: 186 000 кВт·ч × 2,5 руб./кВт·ч (оптовая цена) = 465 000 руб./год.

Экономия для собственников: 120 000 кВт·ч × 5,5 руб./кВт·ч = 660 000 руб./год (если средства идут на снижение платы за содержание жилья).

Общий финансовый эффект: ≈ 1,125 млн руб./год.

Срок окупаемости: 16 100 000 / 1 125 000 ≈ 14,5 лет. При условии софинансирования (например, 30% от города или энергокомпании) и использования более эффективных «двусторонних» панелей, размещаемых на торцах, окупаемость может составить 9–11 лет.

Потенциал многоквартирных домов на порядок выше (см. табл.). Оснащение 25% стен МКД

солнечными панелями может генерировать ~294 млрд кВт·ч в год. Для энергосистемы — это ключевой инструмент управления нагрузкой в плотной городской застройке. Для жителей — механизм прямого снижения коммунальных платежей и повышения капитализации жилья. Для девелоперов — новое конкурентное преимущество «зеленого» дома с низкими эксплуатационными расходами.

Проведенные расчеты демонстрируют, что даже при консервативных оценках фасадная солнечная генерация обладает потенциалом покрыть до трети всего современного потребления электроэнергии в России. Это не нишевое решение, а стратегический резерв энергобезопасности страны. Его реализация позволяет:

— Снять остроту дефицита мощности без экстенсивного строительства дорогих и медленно окупаемых магистральных сетей и крупных электростанций.

— Создать новый рыночный сектор с объемом инвестиций в несколько триллионов рублей, что стимулирует развитие высокотехнологичных производств и создание новых рабочих мест.

— Снизить «углеродный след» жилищного сектора, выполняя цели национальной климатической стратегии.

— Повысить качество жизни и финансовое благополучие граждан за счет снижения затрат на коммунальные услуги.

Таким образом, массовое внедрение фасадных СЭС предстает не как альтернатива «боль-

Таблица. Сводная таблица потенциала фасадной солнечной генерации в России

Параметр	Индивидуальные дома (ИЖД)	Многоквартирные дома (МКД)	Суммарный потенциал
Количество объектов	~10 млн	~960 тыс.	-
Площадь панелей, млн м ²	480	2 937,6	~3 417,6
Годовая выработка, млрд кВт·ч	48	294	~342
Доля от потребления РФ, %	~4,4	~26,7	~31,1

Примечание: Годовое потребление электроэнергии в России принято за ~1100 млрд кВтч.

Источник: составлено авторами.

шой энергетике», а как ее критически важное и эффективное дополнение.

Текущая законодательная база России: фундамент для «зеленой» энергетики

Поддержка развития микрогенерации и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России осуществляется через систему взаимосвязанных нормативных актов. Далее приведем ключевые документы, формирующие эту систему.

1. *Федеральный закон от 27.12.2019 №471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике»[15] в части развития микрогенерации».*

Это краеугольный камень всей системы, который легализовал понятие «микрогенерация» и установил основные правила игры.

Ключевые положения:

— *Определение:* Объектом микрогенерации признается объект по производству электрической энергии, принадлежащий на праве собственности потребителю, с установленной мощностью не более 15 кВт.

— *Упрощенный доступ:* Владелец такой установки имеет право присоединить ее к электрическим сетям по упрощенной процедуре (уведомление, а не получение технических условий).

— *«Зеленый тариф»:* Закон закрепляет возможность продажи излишков электроэнергии в сеть по специальному договору. Цена покупки гарантированного покупателя (которым выступает территориальная сетевая организация) устанавливается на уровне средневзвешенной нерегулируемой цены оптового рынка за предыдущий год.

— *Ограничение:* Действие закона не распространяется на многоквартирные дома, если используется оборудование, входящее в состав общего имущества.

— *Значение:* Закон создал правовой фундамент для миллионов частных домовладельцев и малого бизнеса, позволив им стать участниками энергорынка. Однако его главным огра-

ничением остается исключение МКД и низкий порог мощности в 15 кВт.

2. *Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 №666 «О сокращении выбросов парниковых газов»[16].*

Этот указ задает стратегический вектор развития всей экономики, связывая его с экологическими целями.

Ключевые положения:

— *Цель:* Сокращение к 2030 г. выбросов парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 г.

— *Создание системы:* Указ предписывал создать систему учета выбросов парниковых газов (что и было реализовано в виде экспериментов по квотированию выбросов в отдельных регионах).

— *Значение:* Документ высшего уровня, который делает развитие низкоуглеродной энергетики, включая ВИЭ и микрогенерацию, одним из национальных приоритетов. Он является основой для разработки более конкретных правительственные стратегий и планов.

3. *Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 №3052-р [17] «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года».*

Этот документ конкретизирует Указ Президента и определяет дорожную карту по декарбонизации.

Ключевые положения:

— *Сценарии развития:* Стратегия рассматривает несколько сценариев — инерционный, интенсивный и целевой (с акцентом на поглощение углерода), определяя меры и целевые показатели для каждого.

— *Финансирование:* Ключевой тезис — «приведение финансовых потоков в соответствие» с целями «низкоуглеродного» развития. Это прямое указание на необходимость перенаправления инвестиций в «зеленые» проекты, включая распределенную энергетику.

— *Акцент на ЖКХ:* В документе отдельно отмечается, что до 40% выбросов парниковых

газов приходятся на сферу жилищно-коммунального хозяйства, что делает ее ключевой для применения решений на основе ВИЭ.

— **Значение:** Стратегия показывает, что государство рассматривает декарбонизацию как комплексную задачу, затрагивающую все сектора экономики, и создает основу для будущих точечных мер поддержки и финансирования.

4. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р «Здания многоквартирные «зеленые». Критерии оценки многоквартирных домов и правила проектирования, строительства и эксплуатации» [18] (вступил в силу 01.11.2022).

Это практический инструмент для девелоперов, проектировщиков и управляющих компаний, переводящий стратегические цели в конкретные технические требования.

Ключевые положения:

— **Система критерии:** Стандарт устанавливает критерии для оценки зданий по множеству параметров, включая энергоэффективность, водоэффективность, экологичность материалов и, что важно, применение ВИЭ.

— **Стимул для застройщика:** Получение сертификата соответствия «зеленому» стандарту становится весомым конкурентным преимуществом, повышающим привлекательность объекта для покупателей и инвесторов.

— **Интеграция ВИЭ:** Стандарт прямо рекомендует и предусматривает методику оценки использования солнечных панелей, рекуператоров тепла и других технологий для генерации энергии на самом объекте.

— **Значение:** ГОСТ Р не является обязательным, но он формирует новый стандарт качества на рынке недвижимости и предоставляет готовые архитектурно-технические решения для интеграции микрогенерации в здания на этапе проектирования.

В России создан полноценный законодательный каркас для развития микрогенерации: от базового закона (ФЗ-471) до стратегических ориентиров (Указ №666, Стратегия до 2050 г.) и практических стандартов (ГОСТ Р). Одна-

ко этот каркас требует доработки, например, предлагаемые поправки об увеличении лимита мощности или его отсутствия и распространении действия закона на МКД станут логичным и необходимым следующим шагом.

Предложения по совершенствованию нормативной базы: конкретные шаги для раскрытия потенциала

Для реализации колоссального потенциала микрогенерации в многоквартирных домах и повышения ее эффективности необходима точечная и точная доработка действующего законодательства. Приведем наши детализированные предложения по внесению изменений:

1. Распространение действия Закона о микрогенерации на МКД и снятие ограничения на использование общего имущества.

Пункт 2 статьи 2 ФЗ-471 прямо исключает возможность использования общего имущества многоквартирного дома для размещения генерирующего оборудования, предназначенного для выдачи энергии в сеть.

Конкретное предложение по поправке: изложить пункт 2 статьи 2 Федерального закона от 27.12.2019 №471-ФЗ в следующей редакции: «2. Действие настоящего Федерального закона не распространяется на отношения, связанные с потреблением электрической энергии, произведенной объектом микрогенерации, если для выдачи электрической энергии такого объекта в электрическую сеть используется электрическое оборудование, предназначенное для обслуживания более одного помещения в здании, в том числе входящее в состав общего имущества многоквартирного дома, за исключением случаев, когда такое использование осуществляется на основании решения общего собрания собственников помещений в многоквартирном доме, принятого в установленном жилищным законодательством порядке».

Механизм реализации:

— Собственники помещений в МКД на общем собрании большинством голосов

принимают решение об установке солнечных панелей на фасаде или крыше (общем имуществе).

— Управляющая компания или ТСЖ заключает договор с подрядной организацией для проведения монтажных работ.

— Выработанная энергия используется на общедомовые нужды (освещение подъездов, работа лифтов, насосов), а излишки поступают в сеть.

— Денежные средства, полученные от продажи электроэнергии по «зеленому тарифу», зачисляются на счет управляющей организации и идут на уменьшение платы за содержание общего имущества или на иные нужды, определенные собранием собственников.

2. Отмена лимита предельной мощности для выдачи в сеть в 15 кВт.

Лимит в 15 кВт, установленный для частных домовладений, абсолютно не применим для многоквартирных домов, где потенциальная мощность солнечного фасада может достигать сотен кВт.

Конкретное предложение по поправке: внести изменения в часть 1 статьи 2 ФЗ-471, изложив ее в следующей редакции: «1. Установленная мощность объекта микрогенерации не лимитируется при условии, что объект микрогенерации предназначен для потребления производимой им электрической энергии и выдачи ее в электрическую сеть в объеме, не превышающем потребления электрической энергии таким объектом микрогенерации».

Обоснование:

— Опыт ЕАЭС: В Республике Армения, являющейся членом Евразийского экономического союза, уже успешно действует аналогичный лимит в 150 кВт, что доказывает работоспособность данного решения.

— Стимул для бизнеса: Повышение лимита откроет возможности для установки солнечных панелей на зданиях малого и среднего бизнеса (торговые центры, склады, офисные здания), которые сегодня также ограничены 15 кВт.

3. Обязательное архитектурно-техническое проектирование мест размещения СЭС в новых МКД.

Сегодня инвесторы и девелоперы не закладывают в проекты необходимую инфраструктуру (усиленные конструкции, кабельные трассы, места для инверторов и систем управления), что увеличивает стоимость последующего монтажа СЭС.

Конкретное предложение: внести изменения в свод правил СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные» и другие соответствующие СП и СНиПы, добавив требование: «При проектировании многоквартирных жилых домов высотой более трех этажей предусматривать возможность размещения на кровле и/или фасадных конструкциях фотоэлектрических модулей общей мощностью не менее 5% от расчетной пиковой нагрузки здания. Проектом должны быть предусмотрены:

- усиление несущих конструкций в местах возможного крепления оборудования;
- заранее проложенные кабельные каналы от кровли/фасада до электрощитовых;
- зарезервированные площади для размещения инверторного и аккумуляторного оборудования».

Данное требование должно стать обязательным на этапе прохождения государственной экспертизы проектной документации, аналогично требованиям по противопожарной безопасности или устройству лифтов.

4. Создание отдельной программы субсидирования или льготного кредитования для установки СЭС на МКД.

Высокая первоначальная стоимость оборудования является главным барьером для принятия положительного решения собранием собственников.

Конкретное предложение: разработать и утвердить на федеральном уровне программу софинансирования капитальных затрат на закупку и монтаж СЭС на многоквартирных домах.

Варианты моделей финансирования:

— *Субсидия*. Возмещение 20–30% затрат из федерального бюджета при условии софинансирования со стороны собственников.

— *Льготный кредит*. Предоставление управляющим компаниям или ТСН кредитов на срок 7–10 лет по ставке, не превышающей ключевую ставку ЦБ, с возможностью погашения части процентов за счет средств от продажи электроэнергии.

— *ЭСКО-механизмы (Энергосервисные контракты)*. Привлечение энергосервисных компаний, которые полностью финансируют установку и монтаж, а затем получают доход в течение определенного срока от продажи электроэнергии и экономии на общедомовых расходах.

По нашему мнению, представленные изменения будут иметь комплексный характер: первые две поправки снимают ключевые юридические барьеры, третья — решает инфраструктурную проблему на перспективу, а четвертая — нивелирует финансовые препятствия. Их реализация позволит перейти от единичных пилотных проектов к массовому внедрению микрогенерации в жилом секторе, создав новый, мощный источник энергии в общенациональном масштабе.

Выводы и взгляд в будущее: от энергетики централизованной к энергетике сообществ

Статистика, расчеты и успешные кейсы, приведенные в статье, однозначно свидетельствуют: Россия стоит на пороге энергетической трансформации. Традиционная модель «большой генерации — протяженных сетей — пассивного потребителя» исчерпала свою эффективность и устойчивость. Дефицит мощности и неизбежный рост тарифов — это не временные трудности, а системный кризис, требующий принципиально нового ответа.

Этим ответом является массовая, распределенная микрогенерация, интегрированная в саму ткань наших городов — в здания, которые мы называем домом. Представленное буду-

щее — это не утопия, а неизбежная реальность, основанная на уже работающих технологиях и экономической целесообразности.

Какое будущее мы можем построить?

1. *Города-электростанции*. В ближайшей перспективе каждый новый многоквартирный дом будет проектироваться как самостоятельная энергоячейка. Фасады, генерирующие энергию, «умные» сети внутри здания, оптимизирующие потребление, и накопители, сглаживающие пики, станут такой же нормой, как лифт или центральное отопление. Архитектура изменится навсегда: панели станут не техническим устройством, а новым строительным материалом с двойной функцией — защиты и генерации.

2. *Энергетическая демократия и экономика участия*. Собственники квартир перестанут быть просто плательщиками по счетам. Через решения ТСЖ и советы МКД они станут участниками энергорынка — прозюмерами. Доходы от продажи излишков энергии будут снижать плату за общедомовые нужды, а сами дома — повышать свою капитализацию и устойчивость. Это создаст новую, децентрализованную и гораздо более стабильную энергосистему страны, менее уязвимую к авариям и колебаниям спроса.

3. *Симбиоз большой и малой энергетики*. Крупные электростанции не исчезнут. Их роль изменится: они будут обеспечивать базовую нагрузку и надежность системы, в то время как миллионы микрогенераторов возьмут на себя пиковые дневные нагрузки, особенно в жаркие летние месяцы. Это позволит снизить износ и отсрочить дорогостоящую модернизацию «большой» энергетики, а главное — избежать строительства новых пиковых ТЭЦ на ископаемом топливе, которые являются самыми дорогими и экологически грязными.

4. *Технологический прорыв на новом витке*. Снятие законодательных барьеров и появление массового спроса взорвает рынок энерготехнологий в России. Станут востребованы:

— *Гибридные инверторы* для управления потоками энергии между солнечными пане-

лями, сетью, накопителями и электромобилями.

— *Системы виртуального пиринга (VPP)*, которые будут объединять тысячи отдельных генераторов в единый управляемый цифровой «актив», способный продавать энергию на оптовом рынке.

— *Двусторонние (двунаправленные) счетчики* нового поколения и умные системы учета.

— *Новые материалы*: прозрачные солнечные панели для остекления, гибкие и цветные модули, которые станут частью архитектурного облика.

Что нужно сделать сегодня, чтобы это будущее наступило завтра?

Усилия должны быть синхронизированы:

— *Государству*. Принять давно назревшие поправки, отменяющие лимит мощности и разрешающие использование общего имущества МКД для генерации. Создать программу льготного кредитования или субсидирования для таких проектов.

— *Девелоперам и проектировщикам*. Уже сегодня закладывать в новые проекты инфраструктуру для будущей интеграции СЭС, следуя «зеленым» стандартам.

— *Управляющим компаниям и ТСЖ*. Начать просветительскую работу с собственниками, демонстрируя успешные кейсы и считая будущую выгоду.

— *Науке и бизнесу*. Ориентировать разработки на запросы urban-энергетики: создавать эффективные решения для сложных городских условий.

Выбор, перед которым мы стоим, — это не выбор между старой и новой энергетикой. Это выбор между дорогой, ведущей в тупик централизованной системы с растущими затратами, и путем к устойчивой, гибкой и демократичной энергетике сообществ. Задача законодателей, бизнеса и гражданского общества — не погасить его, а разжечь в целое солнце, которое будет светить над крышами и фасадами каждого города, обеспечивая светом и теплом наше общее будущее.

Литература

1. Solar Power in Germany — Output, Business & Perspectives. Clean Energy Wire. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/solar-power-germany-output-business-perspectives>
2. Solar + Storage + Microgrids: Paving an Affordable, Accessible Lane for Commercial EV Charging. Microgrid Knowledge. URL: <https://www.microgridknowledge.com/electric-vehicles/article/55311254/>
3. Tong X., et al. Solar energy integration in urban environments. *Nature Energy*, 2023.
4. Tollefson J. Why solar power got so cheap — and why it's not everywhere (yet). *Nature*, 2020.
5. Жилой дом с солнечным фасадом демонстрирует рекорд энергоэффективности. RusCable.ru. 20.08.2025. URL: <https://www.ruscable.ru/news/2025/08/20/>
6. Андрей Бочкарев: крыша офисного центра в Даниловском районе будет состоять из солнечных батарей. MoscowChanges.ru. URL: <https://moscowchanges.ru/news/andrey-bochkarev-krysha-ofisnogo-tsentrav-danilovskom-rajone-budet-sostoyat-iz-solnechnyh-batarej/>
7. Чем обернется для петербуржцев эксперимент с солнечными батареями на крышах. 78.ru. 12.08.2021. URL: <https://78.ru/articles/2021-08-12/>
8. Краснодарский край — лидер по солнечной энергии в аграрном секторе. Экопроект-Энерго (Сочи). 07.10.2025. URL: <https://sochi.ekoproekt-energo.ru/news/2025/10/07/>
9. Монгун-Тайгу согреет солнце. Тува Правда. URL: <https://tuvapravda.ru/arkhiv/mongun-taigu-sogreet-solntse/>
10. Еще на восьми остановках Казани установили инфотабло с питанием от солнечных батарей. Вечерняя Казань. URL: <https://www.evening-kazan.ru/obshhestvo/news/>
11. Integration of Solar Power Systems in Building Envelopes. ScienceDirect, 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225025215>
12. Advances in Photovoltaic Facade Technologies for Urban Sustainability. ScienceDirect,

2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025016184>

13. Федеральный закон от 26.03.2003 №35-ФЗ «Об электроэнергетике». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/

14. Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 №666 «О сокращении выбросов парниковых газов». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74756623/>

15. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.10.2021 №3052-р «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399657/f62ee45faefd8e^a11d-6d88941ac66824f848bc^2/

16. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р «Здания многоквартирные «зелёные». Критерии оценки многоквартирных домов и правила проектирования, строительства и эксплуатации». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193111>

17. Опыт применения солнечных панелей на стенах зданий. EcoUrbanist.ru. URL: <https://ecourbanist.ru/ecosystem-serv/opyt-primeneniya-solnechnyh-panelej-na-stenah-zdaniy/>

18. Фабрика витаминов внедряет солнечные технологии. KGVinfo.ru. URL: <https://kgvinfo.ru/novosti/obshchestvo/fabrika-vitaminov/>

References

1. Solar Power in Germany – Output, Business & Perspectives. Clean Energy Wire. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/solar-power-germany-output-business-perspectives>

2. Solar + Storage + Microgrids: Paving an Affordable, Accessible Lane for Commercial EV Charging. Microgrid Knowledge. URL: <https://www.microgridknowledge.com/electric-vehicles/article/55311254/>

3. Tong X., et al. Solar energy integration in urban environments. Nature Energy, 2023.

4. Tollefson J. Why solar power got so cheap – and why it's not everywhere (yet). Nature, 2020.

5. Residential building with solar façade demonstrates energy efficiency record. RusCable.ru. 20.08.2025. URL: <https://www.ruscable.ru/news/2025/08/20/>

6. Andrey Bochkarev: The roof of the office center in the Danilovsky district will consist of solar panels. MoscowChanges.ru. URL: <https://moscowchanges.ru/news/andrey-bochkarev-krysha-ofisnogo-tsentr-a-v-danilovskom-rajone-budget-sostoyat-iz-solnechnyh-batarej/>

7. *What will the experiment with solar panels on roofs mean for St. Petersburg residents?* 78.ru. 12.08.2021. URL: <https://78.ru/articles/2021-08-12/>

8. Krasnodar Krai is a leader in solar energy in the agricultural sector. Ecoproject-Energo (Sochi). 07.10.2025. URL: <https://sochi.ekoproekt-energo.ru/news/2025/10/07/>

9. Mongun-Taygu will be warmed by the sun. Tuva Pravda. URL: <https://tuvapravda.ru/arkhiv/mongun-taigu-sogreet-solntse/>

10. Solar-powered information boards installed at eight more Kazan bus stops. Vechernaya Kazan. URL: <https://www.evening-kazan.ru/obshhestvo/news/>

11. Integration of Solar Power Systems in Building Envelopes. ScienceDirect, 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225025215>

12. Advances in Photovoltaic Facade Technologies for Urban Sustainability. ScienceDirect, 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025016184>

13. Federal Law of March 26, 2003 No. 35-FZ «On Electric Power Industry». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/

14. Decree of the President of the Russian Federation of November 4, 2020 No. 666 «On the Reduction of Greenhouse Gas Emissions». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74756623/>

15. Order of the Government of the Russian Federation of October 29, 2021 No. 3052-r «On Approval of the Strategy for the Socioeconom-

ic Development of the Russian Federation with Low Greenhouse Gas Emissions through 2050». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399657/f62ee45faefd8e²a11d-6d88941ac66824f848bc²/

16. National standard of the Russian Federation GOST R «Green multi-apartment buildings. Criteria for assessing multi-apartment buildings and rules for design, construction, and opera-

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию: 16.09.2025; одобрена после рецензирования 14.10.2025; принята к публикации 15.10.2025.

tion». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193111>

17. Experience in using solar panels on building walls. EcoUrbanist.ru. URL: <https://ecourbanist.ru/ecosystem-serv/opyt-primeneniya-solnechnykh-panelej-na-stenah-zdanij/>

18. Vitamin Factory introduces solar technologies. KGVinfo.ru. URL: <https://kgvinfo.ru/novosti/obshchestvo/fabrika-vitaminov/>

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interest.

The article was submitted 16.09.2025; approved after reviewing 14.01.2025; accepted for publication 15.10.2025.

Логинов Е.Л. Цифровые технологии политической борьбы: нейросетевые императивы информационного противодействия попыткам перехвата управления в социальнopolитической среде. — М.: КноРус, 2024.— 233 с.

ISBN 978-5-4660675-3-8

В монографии исследованы возможности использования цифровых технологий политической деятельности для противостояния процессам критической политической и социальной нестабильности в России, которые активно стимулируются из-за рубежа и частично изнутри нашей страны. Основной задачей настоящего исследования являлась разработка элементов системных основ противодействия механизмам социально-политической дестабилизации. Предлагается использовать нейросети для блокирования информационной составляющей процессов трансформации протестного поведения в активные формы политической агрессии, затрудняя переход от сетевого информационного «выплескивания» раздражения к прямому политическому насилию — участию населения в массовых беспорядках майданного формата.

Рецензенты: А.И. Агеев, д-р экон. наук, проф.; В.В. Григорьев, канд. физ.-мат. наук, доц.; А.И. Травников, канд. ист. наук.

