



Ассоциация по охране окружающей среды  
«Охрана природы»



**Оценка  
необходимости и перспективы развития  
крышной фотовольтаики в Москве  
в рамках бенефит-ориентированного подхода  
для целей адаптации к изменению климата**

В. А. Чупров

И. Э. Шкрадюк

МОСКВА

Декабрь 2023 г.

Авторы благодарят Владимира Асикритова, независимого аналитика в области климата и энергоперехода; Дмитрия Березуцкого, президента Совета по экологическому строительству; Анастасию Бызову; Евгения Гашо, д. т. н., профессора НИУ “МЭИ”; Николая Дригу, технического директора SolarProfit; Елизавету Кадетову; Татьяну Ланьшину, к. э. н., независимого эксперта в области экономики ВИЭ; Михаила Молчанова; Николая Попова; Елену Сакирко; Екатерину Черничкину; Василия Яблокова за неоценимый вклад в подготовку настоящего документа.

# Оглавление

## Резюме

### **1. Климатические вызовы для энергетической системы**

- 1.1. Рост экстремально высоких температур и продолжительности волн жары вследствие изменения климата
- 1.2. Рост пиковой потребляемой мощности вследствие изменения климата во время волн жары
- 1.3. Влияние роста пиковых температур на маневренность энергосистемы

### **2. Крышные солнечные электростанции как одно из решений адаптации энергетических систем к изменению климата**

- 2.1. Оценка потенциала крышной солнечной генерации для Москвы
- 2.2. Общие рекомендации реализации программ по внедрению технологии крышной фотовольтаики

### **3. Сопутствующие эффекты от внедрения крышной фотовольтаики**

- 3.1. Обеспечение электроснабжения в течение года
- 3.2. Экономия газа и снижение выбросов парниковых эмиссий
- 3.3. Стимулирование отечественного высокотехнологичного производства и создание рабочих мест
- 3.4. Повышение безопасности в местах массового пребывания людей

# Резюме

Изменение климата является вызовом для всего человечества вне зависимости от географического положения или степени развитости инфраструктуры. Не являются исключением и системы энергообеспечения крупных городов, которые становятся более уязвимыми в связи с волнами жары и другими факторами, сопровождающими изменение климата.

В последние годы энергосистемы многих регионов Российской Федерации испытывают дополнительные нагрузки, связанные с продолжительностью волн жары. Так, в аномально жарком августе 2021 года наблюдалось перепотребление газа в электроэнергетике за счёт повышенного спроса для кондиционирования зданий, что могло привести к возможным ограничениям по поставке газа в согласованных лимитах. Летние максимумы потребления мощности наблюдались в шести объединённых и 44 региональных энергосистемах<sup>1</sup>.

Относительно роста максимальной температуры в тёплый период — в том же году на фоне аномальной жары 22 июня в энергосистеме Москвы и области был зафиксирован максимум потреблённой мощности на уровне 13,788 ГВт, что было на **0,736 ГВт** выше предыдущего максимального значения, достигнутого в 2019 году. На рост показателя повлияло увеличение потребления энергии на вентиляцию и кондиционирование<sup>2</sup>.

С аналогичным ростом пиковой мощности во время волн жары могут столкнуться и другие региональные энергосистемы. Так, в июне 2021 года спрос на мощность в Единой энергосистеме России вырос до рекордного летнего максимума, достигнув 22 июня пиковой отметки 122,7 ГВт. Причина та же — рост потребления электроэнергии для вентиляции и кондиционирования. Рост пиковой потребляемой мощности составил **2,3 ГВт** по сравнению с 2019 годом, когда был зафиксирован предыдущий рекорд. В европейской части РФ (около 70 % всего потребления страны) спрос в июне увеличился на **6,5 %**<sup>3</sup>.

Рост пика потребляемой мощности одновременно в нескольких соседних региональных энергосистемах, а также рост потерь в сетях в связи с ростом температуры осложняют решение проблемы дефицита мощности за счёт межрегиональных перетоков.

В такой ситуации возможным дополнительным решением проблемы роста пиковой потребляемой мощности во время все более продолжительных волн жары могут стать технологические решения с использованием так называемого бенефит-ориентированного

---

<sup>1</sup> Воронов, В. Жара понижающая: Минэнерго увидело риски истощения запасов газовых хранилищ // Известия : интернет-издание. — URL: <https://iz.ru/1213033/valerii-voronov/zhara-ponizhaiushchaia-minenergo-uvide-lo-riski-istoshcheniia-zapasov-gazovykh-khranilishch>. — Дата публикации: 27.08.2021 (дата обращения: 30.04.2023).

<sup>2</sup> Потребление мощности в ЕЭС России бьёт рекорды из-за жаркой погоды // АО «СО ЕЭС» : официальный сайт. — URL: <https://www.so-eps.ru/news/press-release/press-release-view/news/16336/>. — Дата публикации: 22.06.2021 (дата обращения: 30.04.2023).

<sup>3</sup> Смертина П. Жара требует энергии. Спрос на электроэнергию достиг исторического максимума // Коммерсантъ: интернет-портал. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4868590>. — Дата публикации: 22.06.2021 (дата обращения: 30.04.2023).

подхода, на который нацеливает Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 года № 3052-р), в соответствии с которой необходима реализация мер в том числе *«по стимулированию оснащения зданий установками, использующими и производящими возобновляемую энергию за счёт фотоэлектрических панелей для выработки электроэнергии»*. В соответствии с приказом Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 года № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата», **бенефит-ориентированный подход** — это использование возможностей для экономического развития субъектов РФ и отдельных отраслей экономики, возникающих в связи с изменениями климата, в том числе в связи с увеличением гелиоэнергетического потенциала во время волн жары.

Площадь крыш зданий, находящихся в собственности города Москвы, по приблизительной оценке, составляет около **7 кв. км**. Такая площадь теоретически позволяет обеспечить установку крышных солнечных электростанций мощностью порядка **1,4 ГВт**, что позволит обеспечить дополнительное электроснабжение и закрыть пиковое потребление в утренние и дневные часы, исключая необходимость маневрирования генерирующими мощностями в летний период и отчасти в зимний.

С точки зрения социально-экономического эффекта технология крышной фотовольтаики позволит поддержать существующие высокотехнологичные мощности по производству солнечных панелей и обеспечит создание новых рабочих мест на стадии монтажа и эксплуатации солнечных станций.

В части климатической политики, в случае реализации программы крышной фотовольтаики в Москве, производство электроэнергии за счёт солнечных электростанций (далее — СЭС) может составить 1,5 млрд кВт\*ч в год, что в пересчёте на экономию газа составит около 0,3 млрд куб. м. Экономия этого объёма газа позволяет снизить парниковые эмиссии примерно на **0,56 млн т CO<sub>2</sub>**.

**Предлагаемая работа «Оценка необходимости, перспективы и возможные механизмы развития крышной фотовольтаики в Москве в рамках бенефит-ориентированного подхода для целей адаптации к изменению климата» (далее — Оценка) показывает техническую и финансовую реализуемость такой программы, а также целесообразность её дальнейшей проработки и использования при разработке Схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 годы и комплексного плана по адаптации города Москвы к климатическим изменениям.**

# 1. Климатические вызовы для энергетической системы

## 1.1. Рост экстремально высоких температур и продолжительности волн жары вследствие изменения климата

Согласно одному из исследований, которое приводится в Третьем оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, в Москве наблюдался устойчивый рост температуры: на 0,04 °С/год в 1954–2013 годах и на 0,07 °С/год в 1976–2012 годах<sup>4</sup>.

Согласно выводам Третьего оценочного доклада Росгидромета и выводам Межправительственной группы экспертов по изменению климата ООН, сделанным в 2021 году, при всех рассмотренных сценариях глобальная приземная температура будет продолжать повышаться по крайней мере до середины текущего столетия<sup>5</sup>. Частота экстремально высоких температур при этом будет увеличиваться.

По данным Третьего оценочного доклада Росгидромета об изменении климата, в Центральном федеральном округе РФ ожидается значительное увеличение числа жарких дней и такого показателя, как дефицит холода, который является индексом энергопотребления в летний сезон и свидетельствует о перегреве зданий и ухудшении комфортности жилища при отсутствии кондиционирования. Прогноз увеличения дефицита холода в Москве в 2050–2059 годах по отношению к 1990–1999 годам составляет 120–180 °С/сут.

## 1.2. Рост пиковой потребляемой мощности вследствие изменения климата во время волн жары

Повышение температуры воздуха во многих регионах России, которое является следствием изменения климата, приводит к ускорению роста летних максимумов нагрузки на энергосистемы. Тенденция к повышению нагрузки на энергосистемы в первую очередь связана с **увеличением потребления электроэнергии для вентиляции и кондиционирования.**

Динамика роста пикового потребления показывает, что летний пик потребления в Москве и Московской области в 2021 году составил 13,79 ГВт<sup>6</sup>, что на **0,736 ГВт** выше предыдущего рекорда 2019 года. В соответствии с пояснением представителей Системного оператора, на рост показателя повлияло увеличение потребления

---

<sup>4</sup> Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. — СПб.: Научно-технологические исследования, 2022. — С. 276.

<sup>5</sup> [Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // IPCC. — 2021. — Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press, — 2391 p. doi:10.1017/9781009157896.](#)

<sup>6</sup> Смертина П. Жара требует энергии. Спрос на электроэнергию достиг исторического максимума // Коммерсантъ: интернет-портал. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4868590>. — Дата публикации: 22.06.2021 (дата обращения: 30.04.2023).

мощности на вентиляцию и кондиционирование. По оценке экспертов, в Московской энергосистеме заметно формирование локального летнего максимума потребляемой мощности<sup>7</sup>.

Традиционным драйвером электропотребления выступает рост жилого фонда Москвы и Московской области. Так, с 2011 по 2021 год только в Москве было введено 104,8 млн кв. м недвижимости. В соответствии со Схемой и программой перспективного развития электроэнергетики города Москвы на 2020–2025 годы, суммарный прирост электрических нагрузок новых потребителей в связи с ожидаемым вводом в эксплуатацию объектов капитального строительства общей площадью 58,2 млн кв. м составит к 2025 году свыше 1,3 ГВт. Можно предположить, что для кондиционирования и вентиляции во время волн жары новые площади потребуют дополнительных мощностей сверх тех, которые были запланированы СиПР Москвы на 2020–2025 годы. Таким образом, бурный рост ввода жилья в столичном регионе на фоне климатических изменений является вызовом для энергетической системы.

### **1.3. Влияние роста пиковых температур на маневренность энергосистемы**

Традиционным решением проблемы пиковых летних нагрузок является создание резервов и маневрирование генерирующими мощностями.

Ведущая роль в производстве электроэнергии в энергосистеме европейской части России принадлежит тепловым и атомным электростанциям. В связи с этим проблема роста пиковой нагрузки во время волн жары будет сопровождаться снижением коэффициента полезного действия при сжигании ископаемого топлива на ТЭС, а значит, снижением удельной выработки ТЭС<sup>8</sup>, что несколько снижает возможности для маневрирования мощностями, притом что плановый ремонт оборудования обычно проводится летом.

Значительный рост температур воздуха может приводить к возникновению проблем с охлаждением реакторов АЭС, в результате чего могут возникать ситуации, при которых придётся снижать мощность АЭС<sup>9</sup>.

Во время волн жары требуется компенсация растущих потерь в сетях ЛЭП с повышением температуры наружного воздуха. В соответствии с принятыми нормативами<sup>10</sup>, например, при температуре +35 °С рост удельного активного сопротивления по сравнению с сопротивлением при +20 °С составит 6 %.

Непрерывное возрастание максимумов потребления электроэнергии в сочетании с увеличением его суточной неравномерности и, как следствие, повышением

---

<sup>7</sup> Клименко, В. В., Гинзбург, А. С., Федотова, Е. В., Терешин, А. Г. Волны тепла — новая опасность для энергосистемы России // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. — 2020. — Т. 494. — С. 82–88.

<sup>8</sup> Там же.

<sup>9</sup> Там же.

<sup>10</sup> Приказ Минэнерго от 30 декабря 2008 года № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при её передаче по электрическим сетям».

потребности в регулировочном диапазоне означает увеличение риска массовых нарушений при снабжении электроэнергией. На этом фоне **снижение производительности генерирующих объектов (ТЭС, ГЭС и АЭС) в жаркую погоду, а также аварии на энергетических объектах ведут к исчерпанию резерва мощности и делают реальной возможность массовых отключений потребителей в энергосистемах Юга и Центра**<sup>11</sup>.

## **2. Крышные солнечные электростанции как одно из решений адаптации энергетических систем к изменению климата**

В качестве одного из решений проблемы роста летних пиков спроса на электроэнергию в Московской энергосистеме предлагается **установка солнечных электростанций на крышах муниципальных и других зданий Москвы.**

Возможность масштабной установки крышных солнечных электростанций уже рассматривалась в России. В частности, в 2018 году представители Министерства энергетики заявляли, что в России может появиться программа «Один миллион солнечных крыш». На тот момент потенциал суммарной установленной пиковой мощности крышных СЭС оценивался в 3,5 ГВт<sup>12</sup>. После принятия закона о микрогенерации в 2019 году<sup>13</sup> и необходимых подзаконных актов в 2021 году реализация такой программы стала юридически и технически возможной.

Использование крышных СЭС может стать эффективным дополнением к традиционным решениям, связанным с резервированием и маневрированием генерирующими мощностями. Масштабное внедрение технологии малой солнечной энергетики позволит не только повысить надёжность электроснабжения летом, но и создать новые рабочие места, улучшить экологическую обстановку, повысить привлекательность Москвы в контексте устойчивого развития и т. д. (более подробно см. раздел 3).

По примеру городов мира предлагается реализация масштабной программы, целью которой должно стать покрытие солнечными панелями примерно 30 % площади крыш муниципальных зданий, а также по возможности крыш и фасадов этих и других зданий в перспективе нескольких ближайших лет (например, до конца 2026 года). В случае успешной реализации московский опыт можно будет тиражировать на другие города России.

---

<sup>11</sup> Клименко, В. В. Климатические экстремумы — новый вызов для российских энергосистем / В. В. Клименко, А. В. Клименко, А. Г. Терешина, Е. В. Федотова // Теплоэнергетика. — 2021. — № 3 — С. 3–17.

<sup>12</sup> В России может появиться программа «Миллион солнечных крыш» // РИА Новости : сетевое издание. — URL: <https://ria.ru/20180321/1516916168.html>. — Дата публикации: 21.03.2018 (дата обращения: 01.05.2023).

<sup>13</sup> О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации: Федеральный закон № 471-ФЗ : [принят Государственной думой 11 декабря 2019 года]: (с изменениями и дополнениями). — Доступ из справ.-правовой системы Консультант. — Текст: электронный. — Дата обращения: 01.05.2023.



## 2.1. Оценка потенциала крышной солнечной генерации для Москвы

Согласно данным Мосархитектуры, совокупная площадь крыш в Москве составляет 20 кв. км. Из них для различных целей может быть использована примерно треть — около 7 кв. км<sup>14</sup>

На площади в один квадратный метр можно разместить приблизительно 0,2 кВт установленной мощности СЭС<sup>15</sup>. Таким образом, на московских крышах можно разместить солнечные панели мощностью около 1,4 ГВт. Для сравнения: это соответствует мощности приблизительно 3/4 всех построенных в России за последнее десятилетие СЭС — как крупных, введённых в рамках программы ДПМ ВИЭ, так и небольших, представленных собственными СЭС малых и средних предприятий и домохозяйств.

Таким образом, реализация потенциала крышной фотовольтаики может во многом помочь в решении проблемы роста пиковой нагрузки во время волн жары, которая может составлять сотни мегаватт (см. раздел 1.2).

При этом приведённая оценка потенциала крышной фотовольтаики для Москвы (1,4 ГВт) может оказаться довольно консервативной.

**Во-первых**, помимо традиционных солнечных панелей на крышах возможно применение фасадных солнечных модулей<sup>16</sup>, что может не только улучшить эстетический вид зданий и внести разнообразие в городской пейзаж, но и повысить потенциал солнечной генерации в условиях города. Важно отметить, что такие модули сертифицированы в соответствии с требованиями строительных, санитарных, пожарных, экологических, а также других норм безопасности, утверждённых действующим российским законодательством<sup>17</sup>.

**Во-вторых**, солнечные панели создают на крышах зданий постоянную тень, в результате чего помещения под крышами меньше нагреваются и, следовательно, в меньшей степени нуждаются в кондиционировании. Ночью, а также зимой солнечные панели, наоборот, способствуют удержанию тепла в помещении, действуя как дополнительная изоляция.

Солнечные панели способствуют охлаждению крыш за счёт следующих факторов<sup>18</sup>:

---

<sup>14</sup> Избюрова, Л. На высоте. Приживутся ли в Москве эксплуатируемые кровли? // Строительный эксперт: интернет-портал. — URL: <https://ardexpert.ru/article/14325>. — Дата публикации: 06.11.2018 (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>15</sup> Группа компаний «Хевел»: Солнечные модули: официальный сайт. — URL: <https://www.hevelsolar.com/catalog/solnechnye-moduli/> (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>16</sup> Группа компаний «Хевел»: Фотоэлектрические фасадные системы: официальный сайт. — URL: <https://www.hevelsolar.com/facade/> (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>17</sup> Там же.

<sup>18</sup> Do solar panels keep your roof and attic cooler? // The Solar Nerd: интернет-портал. — URL: <https://www.thesolarnerd.com/blog/do-solar-panels-cool-your-roof/>. — Дата публикации: 17.09.2021 (дата обращения: 03.05.2023).

- 1) преобразование энергии: панели поглощают около 20 % поступающей на их поверхность энергии и преобразуют её в электроэнергию;
- 2) отражение: как любая поверхность, солнечные панели отражают часть поступающей энергии;
- 3) поглощение тепла: солнечные панели могут достаточно сильно нагреваться с последующим рассеиванием энергии в пространстве;
- 4) конвекция: солнечные панели монтируются таким образом, что между ними и кровлей есть некоторое расстояние. Этот зазор способствует возникновению воздушного потока, который способствует рассеиванию тепла поверхности крыши.

По данным инструментального исследования<sup>19</sup>, полученным с использованием тепловизоров, в городе Сан-Диего (США) было установлено, что температура воздуха под крышей, покрытой солнечными панелями, может быть заметно более низкой, чем температура воздуха под освещённой солнцем крышей. Потребность в кондиционировании здания, оборудованного солнечными панелями, была на 38 % ниже по сравнению со зданиями с «открытой» крышей.

Моделирование установки солнечных панелей в Париже показало<sup>20</sup>, что солнечные панели, затеняя кровли, несколько увеличивают потребность в отоплении жилых помещений (на 3 %) зимой, однако летом они заметно — на 12 % — снижают потребление энергии для кондиционирования воздуха.

В России также есть примеры, когда заказчики СЭС отмечали охлаждение крыши в качестве важного положительного побочного эффекта от установки солнечных панелей.

## **2.2. Общие рекомендации реализации программ по внедрению технологии крышной фотовольтаики**

В качестве первых шагов для обсуждения и понимания потенциала технологии возможно рассмотрение Системным оператором ЕЭС вариантов внедрения крышной фотовольтаики в рамках Схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 годы.

Кроме того, потенциал и возможности внедрения бенефит-ориентированного подхода в рамках российской Стратегии низкоуглеродного развития может стать предметом рассмотрения планов адаптации к изменению климата в том числе таких городов как Москва и Санкт-Петербург.

---

<sup>19</sup> Dominguez, A., Kleissl, J., Luvall, J. C. Effects of solar photovoltaic panels on roof heat transfer // Solar Energy Journal. — University of South Florida, USA, 2011. — P. 2244–2255. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X11002131>. — Дата публикации: 06.07.2011 (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>20</sup> Solar panels reduce both global warming and urban heat island / V. Masson, M. Bonhomme, J.-L. Salagnac [и др.] // Frontiers: интернет-издание. — URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2014.00014/full>. — Дата публикации: 04.06.2014 (дата обращения: 03.05.2023).

### 3. Сопутствующие эффекты от внедрения крышной фотовольтаики

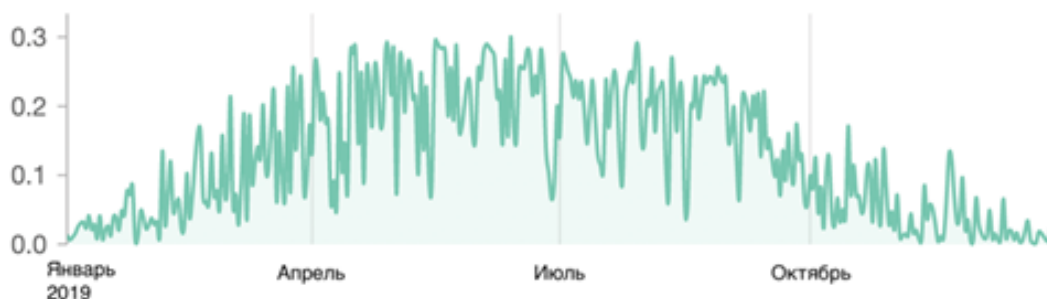
Помимо решения проблемы роста пиковых нагрузок во время волн жары, крышная фотовольтаика имеет ряд других немаловажных сопутствующих эффектов.

#### 3.1. Обеспечение электроснабжения в течение года

По существующим оценкам<sup>21</sup>, количество энергии, производимой солнечными панелями номинальной мощностью 1 кВт, для Москвы составляет порядка 1050 кВт\*ч в год. Таким образом, при установленной мощности крышной фотовольтаики в Москве 1,4 ГВт годовой объём вырабатываемой электроэнергии составит около **1,5 млрд кВт\*ч**. Для сравнения: годовое потребление электроэнергии в Москве составляет порядка 50 млрд кВт\*ч. Таким образом, за счёт солнечной электроэнергии будет покрываться около 3 % всего спроса на электроэнергию, что не создаст проблем для стабильности сети.

Важно отметить, что солнечные панели могут производить электроэнергию в течение всего года, в том числе в зимний период, хотя и в меньшем объёме, чем летом (рисунок 1). Таким образом, в солнечные зимние дни СЭС также способны помогать покрывать также и зимние пики спроса на электроэнергию.

**Рисунок 1. Коэффициент использования установленной мощности типовой СЭС в Москве в 2019 году по дням** (Источник: Renewables.ninja. URL: <https://www.renewables.ninja/>)



#### 3.2. Экономия газа и снижение выбросов парниковых эмиссий

Выработка 1,5 млрд кВт\*ч за счёт СЭС с замещением выработки этого объёма электроэнергии на основе традиционной генерации позволит экономить около 350 тыс. т условного топлива при заявленном удельном расходе в 233,9 г условного топлива на один кВт\*ч отпускаемой электроэнергии в Московском регионе<sup>22</sup>.

В энергосистеме Москвы доминирует газовая генерация. В пересчёте на газ можно оценить, что годовая экономия природного газа составит около **0,3 млрд куб. м**.

<sup>21</sup> Global Solar Atlas: сайт. — URL: <https://globalsolaratlas.info/map> (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>22</sup> ПАО «Мосэнерго»: Генерация и сбыт : официальный сайт. — URL: <https://mosenergo.gazprom.ru/services/> (дата обращения: 03.05.2023).

Экономия такого объёма газа позволяет предотвратить парниковые эмиссии в объёме **0,56 млн т CO<sub>2</sub>**. Для сравнения: парниковые выбросы Москвы составляют порядка 57 млн т CO<sub>2</sub>-экв. в год.

### **3.3. Стимулирование отечественного высокотехнологичного производства и создание рабочих мест**

Массовое строительство крышных солнечных электростанций в Москве с последующим тиражированием опыта в других городах способно создать существенный спрос на высокотехнологичное оборудование. В России уже есть несколько крупных производителей оборудования для СЭС с высокой степенью локализации (т. е. с высоким содержанием произведённых в России компонентов):

- группа компаний «Хевел» производит солнечные фотоэлектрические модули на своём заводе в городе Новочебоксарске, Чувашская Республика (мощность 340 МВт/год<sup>23</sup>);
- ООО «Юнигрин Энерджи» завершает строительство двух заводов, которые будут производить кремниевые пластины и солнечные ячейки. Годовая мощность заводов составит 1,3 ГВт и 1 ГВт<sup>24</sup> соответственно;
- завод группы компаний «Солар Системс» по производству кремниевых пластин, город Подольск Московской области (мощность 220 МВт/год<sup>25</sup>).

С учётом разных факторов в ближайшее время в России ежегодно будет доступно свыше 1 ГВт высокотехнологичных солнечных модулей российского производства. При этом далеко не все объёмы этой продукции будут востребованы на оптовом рынке электроэнергии и мощности внутри страны, на который ориентированы данные производства (рисунок 2), а возможности экспорта в ближайшее время могут быть ограничены. Развитие СЭС на розничных рынках электроэнергии пока ограничено. С учётом различных факторов более 0,5 ГВт высокотехнологичных солнечных пластин и ячеек отечественного производства могут ежегодно оставаться невостребованными. Реализация программы крышных СЭС позволит обеспечить имеющиеся заводы необходимым спросом, а в перспективе, в случае распространения московского опыта на другие регионы, возможно, будет способствовать появлению новых заводов высокотехнологичного оборудования для СЭС.

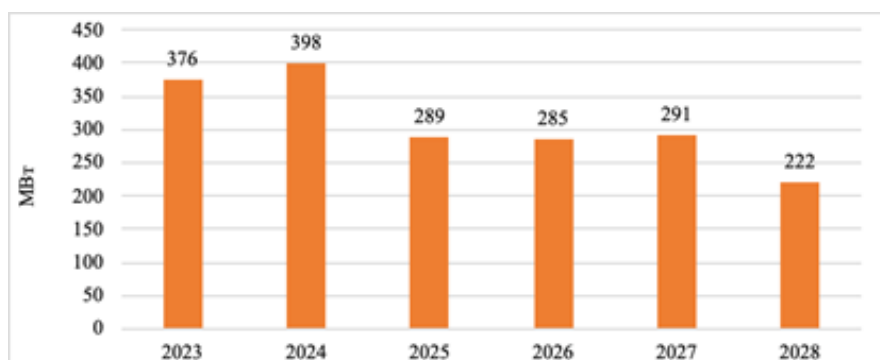
---

<sup>23</sup> Группа компаний «Хевел»: Завод «Хевел» сегодня : официальный сайт. — URL: <https://www.hevelsolar.com/proizvodstvo/> (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>24</sup> Маркевич, М. На заводе «ЭнКОР» начали монтаж оборудования для кремниевых слитков / М. Маркевич // РБК: интернет-издание. — URL: <https://kaliningrad.rbc.ru/kaliningrad/15/03/2023/641186ad9a7947eaf40650cd>. — Дата публикации: 15.03.2023 (дата обращения: 03.05.2023).

<sup>25</sup> АРВЭ: ООО «Солар Кремниевые технологии» : сайт. — URL: <https://rreda.ru/members/sst-rus> (дата обращения: 03.05.2023).

**Рисунок 2. Плановые объёмы строительства СЭС в рамках поддержки ВИЭ на оптовом рынке электроэнергии и мощности в 2023–2028 годах** (Источник: рассчитано авторами по данным АТС (2023). Результаты отборов проектов. URL: <https://www.atsenergo.ru/vie/proresults>)



Реализацию проекта по строительству крышных СЭС в Москве можно осуществить за несколько лет (например, за три года, в 2024–2026 годах), обеспечив совокупный дополнительный спрос на мощности СЭС в объёме около 0,5 ГВт в год. В случае успеха возможно тиражирование проекта крышной фотовольтаики на другие регионы России, что обеспечит долгосрочный дополнительный спрос на технологию СЭС. Установка СЭС может быть особо востребована в энергодефицитных регионах, например в Краснодарском крае и Республике Адыгея, южной части Иркутской области, Республике Бурятия, юго-западных районах Забайкальского края (в районе Читы), на юге Приморского края<sup>26</sup> — как раз в тех регионах, где наблюдается высокий уровень инсоляции.

Программы установки крышных СЭС могут быть открыты для иностранных производителей оборудования: наличие конкуренции, особенно со стороны, например, китайских компаний, будет стимулировать отечественных производителей снижать цены и внедрять инновации.

### **3.4. Повышение безопасности в местах массового пребывания людей**

Установка солнечных электростанций с накопителями энергии на зданиях, которые ежедневно посещает большое количество людей, позволит повысить их безопасность. К таким зданиям относятся торговые центры, больницы, школы, детские сады. В качестве аварийных источников электроэнергии в некоторых таких зданиях применяются дизельные генераторы. При возникновении сбоя в системе подачи электроэнергии (например, в случае пожара) такие генераторы должны включаться автоматически. Однако на практике они могут не сработать или для их работы может оказаться недостаточно топлива.

Более надёжной и безопасной системой бесперебойного электроснабжения является солнечная электростанция с накопителями энергии. Такая система не нуждается в топливе и может работать в условиях прекращения электроснабжения из сети, подавая

<sup>26</sup> Юдин, Ю. Новое планирование // Энергия без границ : электронный журнал. — URL: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/smi/2022/ebg\\_4\\_2022\\_persp.pdf](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/smi/2022/ebg_4_2022_persp.pdf) (дата обращения: 03.05.2023).

электроэнергию в объект массового пребывания людей в аварийной ситуации. В режиме обычной эксплуатации такая СЭС может поставлять излишки генерации в сеть.