

УДК 620.92

Терентьев Павел Валерьевич,
к.т.н., доцент кафедры «ПМФиВМ»,
Нижегородский государственный агротехнологический
Университет им. Флорентьева Л. Я.

Чертилов Денис Анатольевич, магистрант,
Нижегородский государственный агротехнологический
Университет им. Флорентьева Л. Я.

Абрамов Никита Викторович, магистрант,
Нижегородский государственный агротехнологический
Университет им. Флорентьева Л. Я.

Кибонги Алекс Партерн, магистрант,
Нижегородский государственный агротехнологический
Университет им. Флорентьева Л. Я.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT
OF SOLAR ENERGY IN THE RUSSIAN FEDERATION**

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ современного состояния и перспектив развития солнечной энергетики в Российской Федерации по состоянию на конец октября 2025 года. Используются данные АО «Системный оператор ЕЭС», Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ / RREDA), международных организаций (IEA PVPS, IRENA) и официальные правительственные документы Минэнерго и Минэкономразвития России. Рассмотрены масштабы и структура солнечных электростанций (СЭС), их историческая динамика, государственная политика и нормативно-правовое регулирование, региональные особенности, экономические и технологические аспекты, включая вопросы локализации и интеграции в энергосистему. Дана оценка перспектив до 2030 года на основе утверждённых государственных программ и сценариев, а также проведено сравнение показателей РФ с ведущими странами мира. По состоянию на октябрь 2025 года установленная мощность СЭС в России составляет около 2,5–2,6 ГВт, что соответствует $\approx 40\%$ всего портфеля ВИЭ страны. Сделан вывод о переходе отрасли в стадию устойчивого роста при условии сохранения мер поддержки и решения инфраструктурных ограничений.

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of the current state and development prospects of solar energy in the Russian Federation as of the end of October 2025. Data from JSC System Operator of the Unified Energy System (UES System Operator), the Renewable Energy Development Association (RREDA), international organizations (IEA PVPS, IRENA), and official government documents of the Ministry of Energy and the Ministry of Economic Development of Russia are used. The article considers the scale and structure of solar power plants (SPPs), their historical dynamics, state policy and legal regulation, regional features, economic and technological aspects, including issues of localization and integration into the energy system. An assessment of the prospects up to 2030 is provided based on approved state programs and scenarios, and a comparison of the Russian Federation's indicators with leading countries of the world is made. As of October 2025, the installed capacity of SPPs in Russia is approximately 2.5–2.6 GW, which corresponds to



approximately 40% of the country's total renewable energy portfolio. A conclusion was made about the industry's transition to a stage of sustainable growth, provided that support measures are maintained and infrastructure constraints are resolved.

Ключевые слова: Солнечная энергетика, фотоэлектрические станции, СЭС, возобновляемые источники энергии, Российская Федерация.

Keywords: Solar energy, photovoltaic power plants, solar power plants, renewable energy sources, Russian Federation.

Мировой энергетический сектор претерпевает стремительные изменения под влиянием климатических целей, технологического прогресса и экономической конкуренции. Согласно данным международной организации IEA PVPS, на конец 2024 года суммарная установленная мощность фотоэлектрических солнечных установок в мире превысила 2 156 ГВт, что составляет около 55% всего портфеля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [6]. Бесспорным лидером остается Китай (880 ГВт), за которым с большим отрывом следуют США (159 ГВт), Германия (99 ГВт), Япония (83 ГВт) и Индия (74 ГВт) [6].

Российская Федерация вступила в сегмент солнечной энергетики относительно поздно, однако с начала 2010-х годов отрасль демонстрирует устойчивую положительную динамику, пройдя путь от единичных пилотных установок до сотен промышленных объектов. В рамках государственной программы ДПМ ВИЭ (договор о предоставлении мощности) было введено в эксплуатацию более 2,3 ГВт солнечных станций, а в 2025 году формируется новый этап, характеризующийся углубленной локализацией производства и формированием экспортного потенциала. Целью данного исследования является оценка динамики развития солнечной энергетики в России, идентификация ключевых барьеров и драйверов роста, а также определение её места в глобальном энергетическом контексте.

Материалы и методы

Методологическая основа исследования базируется на комплексном анализе данных из широкого круга авторитетных источников. В работе использованы официальные оперативные и статистические отчёты АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (итоги 2024 года) [2], данные мониторинга Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ / RREDA) на 1 июля 2024 года [3], а также аналитические отчёты международных организаций, таких как IEA PVPS [6] и IRENA [6]. Важное место в анализе заняли стратегические и нормативные документы Российской Федерации, в частности, «Схему и программу развития электроэнергетических систем РФ на 2025–2030 гг.» Минэнерго России [9] и «Распоряжение Правительства РФ № 908-р от 12.04.2025» о дорожной карте развития систем накопления энергии [10].

Для обработки данных были применены методы статистического, сравнительного и сценарного анализа. Это позволило оценить коэффициенты использования установленной мощности (КИУМ) по регионам, выявить исторические тренды и построить обоснованные прогнозы развития солнечной энергетики в России на период до 2030 года с учётом текущих государственных планов и мировой практики.

Результаты и обсуждение

Историческая динамика и региональная структура СЭС в России

Развитие солнечной энергетики в России носит поэтапный характер, что наглядно отражено в таблице 1 [2, 3, 5]. Начальный период (2010–2014 гг.) характеризовался реализацией пилотных проектов, таких как установки в Крыму, на Алтае и в Оренбургской области, совокупная мощность которых не превышала 50 МВт [2, 3]. С запуском первой волны программы ДПМ ВИЭ (2015–2018 гг.) отрасль перешла к строительству первых промышленных объектов, что позволило нарастить мощность до ≈ 350 МВт. Последующие



этапы (2019–2024 гг.) были отмечены ускоренным ростом, связанным с выполнением условий локализации и массовым вводом новых мощностей, включая объекты в Астраханской области, Калмыкии и на Алтае. К октябрю 2025 года, с вводом в эксплуатацию Красинской СЭС мощностью 63 МВт [5], совокупная установленная мощность солнечной генерации в России достигла отметки в 2 500 – 2 600 МВт, что более чем в 50 раз превышает показатель 2014 года.

Таблица 1.

Историческая динамика развития СЭС в России (2010–2025 гг.)

Период	Характеристика этапа	Мощность СЭС, МВт
2010–2014	Пилотные проекты (Крым, Алтай, Оренбург).	< 50
2015–2018	Запуск первой волны ДПМ, строительство первых промышленных объектов.	≈ 350
2019–2021	Рост локализации и новых площадок (Астрахань, Калмыкия, Алтай).	≈ 1000
2022–2024	Массовое введение (≈ 1,3–1,5 ГВт), развитие ЕРС-рынка.	≈ 2300
2025 (янв.–окт.)	Ввод Красинской СЭС 63 МВт и других объектов.	≈ 2500–2600

Региональное распределение мощностей демонстрирует их значительную концентрацию в южных регионах страны с высоким уровнем солнечной инсоляции, как это показано в таблице 2 [2, 3, 5]. Лидерами являются Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, где суммарная мощность превышает 1200 МВт благодаря таким крупным проектам, как Красинская и Астраханская СЭС. В Поволжье сконцентрировано около 600 МВт, в Сибири – 400 МВт. Центральные, Уральские и Дальневосточные регионы пока обладают значительно меньшими мощностями, что связано с менее благоприятными климатическими условиями и особенностями сетевой инфраструктуры.

Таблица 2.

Региональная структура и крупнейшие проекты СЭС в РФ (октябрь 2025 г.)

Федеральный округ	Оценочная мощность СЭС (2025), МВт	Крупные объекты
Южный и Северо-Кавказский	1200	Красинская (63 МВт), Астраханская СЭС, Крымские СЭС
Поволжье	600	Оренбургские СЭС, Самарская СЭС
Сибирь	400	Борзинская (60 МВт), Новобичурская (52 МВт), Джидинская (50 МВт), Омская (19 МВт)
Центр и Урал	200	Малые распределённые СЭС
Дальний Восток	100	Изолированные гибридные установки
Всего по РФ	≈ 2 500–2 600	

Государственная политика и нормативная база

Ключевым драйвером развития солнечной энергетики в России остается государственная поддержка, основным механизмом которой является ДПМ ВИЭ (договор о предоставлении



мощности). Первая волна программы (2014–2024 гг.) позволила ввести около 5 ГВт объектов ВИЭ, из которых примерно 2,3 ГВт пришлось на солнечные электростанции [3].

Вторая волна (ДПМ-2, рассчитанная на период с 2025 по 2030 год) предусматривает ввод до 8 ГВт новых мощностей ВИЭ, из которых 3–4 ГВт могут составить СЭС [9]. Параллельно с мерами прямой поддержки формируется необходимая нормативная база. В 2023 году был введен в действие ГОСТ Р 70787-2023 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Возобновляемые источники энергии. Технические требования к фотоэлектрическим солнечным станциям» [4], который установил единые стандарты для проектирования, строительства и эксплуатации СЭС, включая критически важные аспекты телеметрии, автоматизированных систем управления и взаимодействия с сетями.

Особое значение для интеграции переменной солнечной генерации имеет Распоряжение Правительства РФ № 908-р от 12.04.2025 [10], которым утверждена «дорожная карта» развития систем накопления энергии до 2030 года. Этот документ создает правовую и организационную основу для внедрения накопителей, которые являются ключевым элементом для обеспечения стабильности энергосистемы при высоких долях солнцегенерации.

Экономические и технологические аспекты и мировое сравнение

За последние годы в России достигнут значительный прогресс в снижении капитальных затрат на строительство СЭС. По оценкам, к 2025 году они составляют 55–65 млн руб./МВт в южных регионах, что примерно на 35% ниже, чем в 2018 году. Существенную роль в этом сыграла успешная реализация политики локализации. Компании, такие как Hevel, Unigreen Energy, развернули производство солнечных модулей и инверторов на территории России, что снизило зависимость от импорта и создало основу для формирования внутреннего рынка оборудования [1, 5]. Структура капитальных затрат на строительство солнечных электростанций к 2025 году стабилизировалась. Как показано на рисунке 1, почти половину всех расходов составляет стоимость основного оборудования, что объясняет значительный эффект от программ локализации его производства.

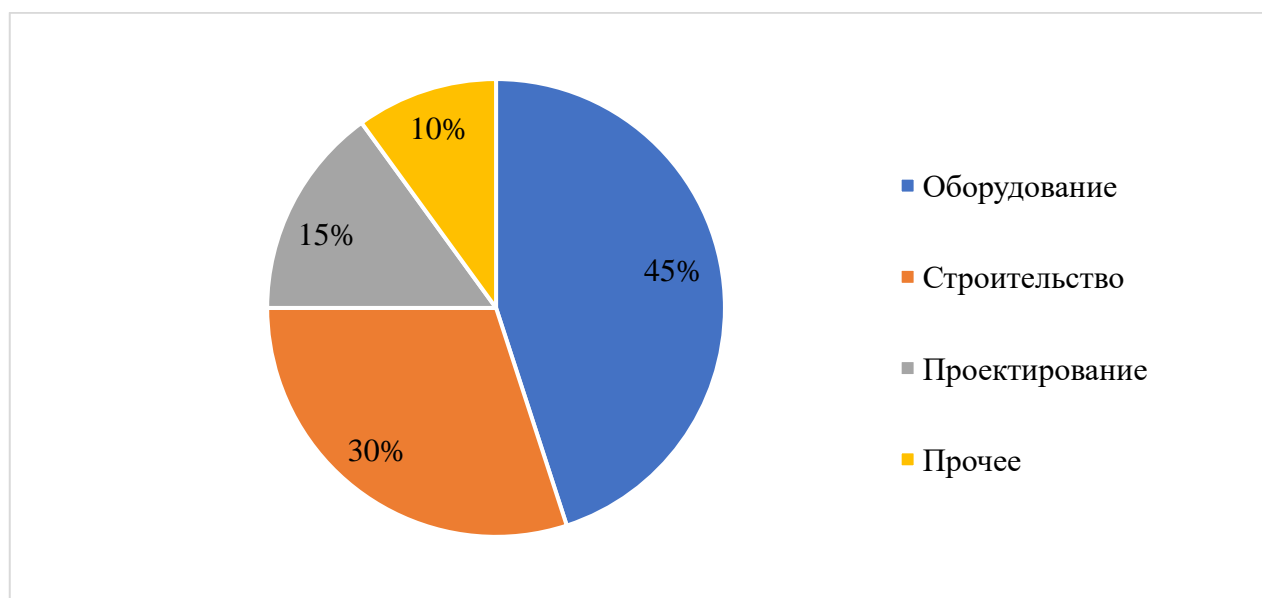


Рис.1 – Распределение капитальных затрат на введение СЭС

Технологическим показателем эффективности работы СЭС является коэффициент использования установленной мощности (КИУМ). В России его значение варьируется от 12% до 19% в зависимости от географического положения станции и местных климатических



условий. Одним из основных ограничений для дальнейшего роста остается пропускная способность сетевой инфраструктуры, особенно в энергоизбыточных южных регионах и Сибири, где наблюдаются «узкие места» в виде ограниченной пропускной способности воздушных линий (ВЛ) [2].

Несмотря на впечатляющий внутренний рост, доля России на мировом рынке солнечной энергетики остается крайне незначительной. Как видно из данных рисунка 2, основанного на статистике IRENA и IEA PVPS [6, 7], на конец 2024 года установленная мощность СЭС в России составляла около 2,6 ГВт, что соответствует лишь 0,12% от общемирового показателя (2156 ГВт). Для сравнения, доля Китая оценивается в 40,8%, США – 7,4%, Германии – 4,6%.

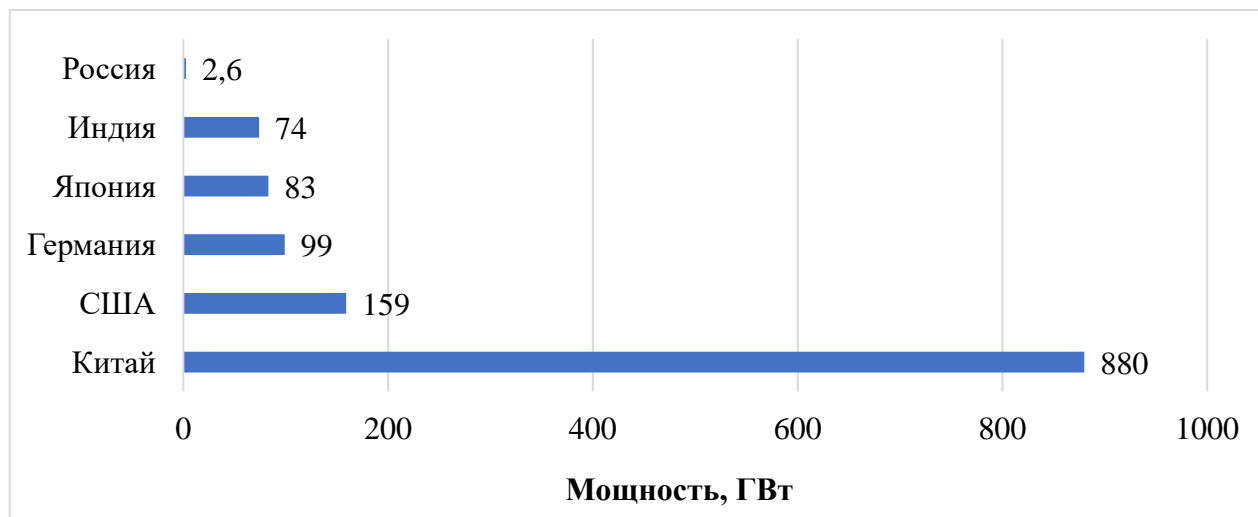


Рис.2 – ТОП-5 Мировых лидеров по установленной мощности СЭС с сравнением с Россией по состоянию на конец 2024 г.

Перспективы развития до 2030 года

Анализ официальных документов позволяет выделить несколько сценариев развития солнечной энергетики в России на период до 2030 года. Минэкономразвития РФ в своем плане 2025 года заявляет о цели удвоения мощностей ВИЭ с 6 до 12 ГВт к 2030 году [8]. Минэнерго РФ в «Схеме и программе развития электроэнергетических систем на 2024–2029 гг.» закладывает более консервативный показатель – ввод около 4,5 ГВт новых мощностей ВИЭ, часть из которых составит солнечная генерация [9]. На этом фоне формируются три ключевых прогнозных сценария для СЭС:

Базовый сценарий предполагает достижение мощности в 4–5 ГВт к 2030 году за счет реализации уже утвержденных программ (СиПР ЭЭС).

Целевой сценарий оценивает потенциал в 5–6 ГВт при условии расширения механизмов ДПМ-2, активного внедрения накопителей и модернизации сетевой инфраструктуры.

Оптимистичный сценарий, сопряженный с выполнением целей Минэкономразвития по общим мощностям ВИЭ, позволяет говорить о 6,5–7 ГВт установленной мощности СЭС.

Для достижения даже базового сценария среднегодовой темп ввода новых СЭС в период с 2025 по 2030 год должен составить 300–400 МВт/год. Основными барьерами на этом пути остаются сетевые ограничения, инвестиционные риски и слабая координация между регионами. В то же время драйверами роста выступают продолжающаяся локализация производства, развитие технологий накопления энергии и усиление межотраслевой



кооперации. Долгосрочной стратегической целью, обозначенной Правительством РФ, является увеличение доли ВИЭ в энергобалансе страны до уровня свыше 15% к 2050 году [10].

Заключение

Проведенный анализ позволяет констатировать, что солнечная энергетика в Российской Федерации преодолела стадию становления и переходит в фазу устойчивого роста. К октябрю 2025 года создан значительный промышленный и нормативный задел: установленная мощность достигла 2,5–2,6 ГВт, сформирована группа отечественных производителей ключевого оборудования, а государственная поддержка в формате ДПМ-2 и развитие систем накопления энергии создают предпосылки для дальнейшего масштабирования.

Реалистичной целью на период до 2030 года является увеличение мощности солнечной генерации до 5–6 ГВт, а к 2035 году – до 10 ГВт. Достижение этих показателей потребует последовательной работы по устранению инфраструктурных ограничений, в первую очередь в Южном и Сибирском федеральных округах, и дальнейшего совершенствования финансовых механизмов поддержки. При выполнении этих условий солнечная энергетика имеет все шансы стать одним из ключевых элементов диверсифицированного и сбалансированного энергобаланса России, обеспечивая энергетическую безопасность южных регионов и внося вклад в выполнение общемировых экологических задач.

Список литературы:

1. Терентьев П. В. Показатели количественных и качественных характеристик фотоэлектрических солнечных модулей [Текст]: база данных / П. В. Терентьев, А. В. Шолин, С. В. Шильников, Д. А. Филатов; правообладатель П. В. Терентьев. – № гос. регистрации 2024623141; заявка № 2024622991 от 09.07.2024; зарегистрирована 16.07.2024. // Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности. – 2024. – № 7. – Дата публикации: 16.07.2024.
2. АО «Системный оператор Единой энергетической системы». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://so-ups.ru>.
3. Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ). Обзор рынка возобновляемой энергетики в России. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rreda.ru/upload/iblock/519/8hwuflswg9ecj9r2cniyqks45c7dss/АРВЭ%202025.pdf>.
4. ГОСТ Р 70787-2023. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Возобновляемые источники энергии. Технические требования к фотоэлектрическим солнечным станциям. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1301918448>.
5. «Юнигрин Энерджи» ввела в Калмыкии солнечную электростанцию на 63 МВт. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/1003091>.
6. Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA). Renewable Capacity Statistics 2025. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irena.org/Publications/2025/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2025>.
7. Международное энергетическое агентство (IEA PVPS). Snapshot of Global PV Markets 2025. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2025/04/Snapshot-of-Global-PV-Markets_2025.pdf.
8. Приказ Минэнерго России от 29.11.2024 № 2328 от «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетических систем России на 2025 – 2030 годы». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/activity/legislation?docs-group=10486>.



9. Министерство энергетики Российской Федерации. Схема и программа развития электроэнергетики на 2024-2029 годы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/202/document_226117.pdf.

10. Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2025 № 908-р «Об утверждении энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 г.». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/d6a/Energostrategiya-RF-do-2050-goda.pdf>.

