



Munich Personal RePEc Archive

Government initiatives and the development of solar energy in the People's Republic of China

Filkin, Mikhail

Central Economics and Mathematics Institute of the RAS

31 July 2023

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/119229/>
MPRA Paper No. 119229, posted 24 Nov 2023 22:34 UTC

УДК: 338.24

**ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ И РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ**
**GOVERNMENT INITIATIVES AND DEVELOPMENT OF SOLAR ENERGY
IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA**

Филькин Михаил Евгеньевич
Старший научный сотрудник
Кандидат экономических наук
ФГБУН Центральный экономико-математический институт РАН

Filkin Mikhail Evgenyevich
Senior researcher
PhD in Economics
Central Economics and Mathematics Institute RAS

Аннотация: Статья посвящена изучению ряда государственных программ Китайской Народной Республики, обеспечивших стране мировое лидерство в развитии солнечной энергетики. С 2014 г. Китай поставил цели по электрификации возобновляемыми источниками энергии и борьбе с бедностью в экономически неблагополучных регионах страны. Представляется, что ряд аспектов данных программ может оказаться полезным при разработке российских стратегий развития возобновляемой электроэнергетики.

Ключевые слова: солнечная энергия, Китай, фотоэлектрическая генерация, государственные программы, возобновляемые источники энергии, борьба с бедностью, региональное развитие

Abstract: The article is devoted to the study of a number of government programs of the People's Republic of China, which provided the country with world leadership in the development of solar energy. Since 2014, China has set goals for renewable energy electrification and poverty alleviation in poor regions of the country. It seems that a number of aspects of these programs may be useful in the development of Russian strategies for the development of the renewable electricity.

Keywords: solar energy, China, photovoltaic generation, government programs, renewable energy sources, poverty alleviation, regional development

Введение

Солнечная энергетика стала одним из наиболее перспективных направлений развития индустрии возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Рост объемов солнечной генерации, научные и технологические достижения, связанные с процессом преобразования солнечного излучения в электричество, обуславливают возможности данного вида энергетике сыграть одну из главных ролей в удовлетворении растущих мировых потребностей в энергии.

Данный вид генерации имеет ряд экономических преимуществ, которые способствуют все более интенсивному внедрению генерирующих мощностей данного типа в энергетические системы многих стран. Во-первых, непосредственное производство электроэнергии из солнечного света представляет собой «чистый» и возобновляемый процесс, который может способствовать актуальной задаче уменьшения выброса парниковых газов. В отличие от сжигаемого ископаемого топлива, генерация данного типа не выделяет вредных загрязняющих веществ в окружающую среду во время работы. Нынешний период начала глобального энергетического перехода характеризуется тем, что «меняются парадигмы развития отрасли: энергоэффективность и энергосбережение перестают быть процессами исключительно экономического характера, а становятся важными показателями стремления общества минимизировать причиняемый окружающей среде вред» [3].

Во-вторых, последние годы характеризуются ростом конкурентоспособности солнечной энергии, связанной с себестоимостью генерации. Значительное снижение стоимости фотоэлектрических систем стало движущей силой их широкого внедрения, также улучшаются производственные процессы, диспетчирование, хранение, транспортировка и обеспечение более стабильного снабжения потребителей.

В-третьих, развитие сектора солнечной энергетике стимулируют региональное экономическое развитие, создавая рабочие места, привлекая

инвестиции и мотивируя инновации. К примеру, исследования в области использования тонкопленочных солнечных элементов [2], концентрирующих солнечных энергетических систем [1] и новых способов хранения энергии, расширяют область применения и повышают эффективность и надежность данного типа энергетики. Наиболее перспективными в этом отношении являются южные регионы России с большим количеством солнечных дней в году.

Наконец, на уровне страны солнечная энергия дает возможность уменьшить зависимость от ископаемого топлива, повышая энергетическую независимость и безопасность. Внедрение солнечных энергосистем повышает диверсификацию и снижает уязвимость к геополитической неопределенности путем, в том числе, смягчения последствий колебаний цен на ископаемое топливо. Укрепление энергетической безопасности стало для многих стран мира главным стимулом к увеличению политической поддержки солнечных инициатив и инвестиций в соответствующую инфраструктуру.

Мировое лидерство по размеру установленных мощностей солнечной генерации принадлежит Китайской Народной Республике. По данным International Renewable Energy Agency (IRENA), в 2022 году в мире из более чем 1 тераватт (ТВт) установленной мощности солнечных электростанций, 392 ГВт (37.5%) приходилось на КНР. Данный результат, помимо относительно благоприятных природных, географических и климатических ресурсов Китая, явился результатом целенаправленной государственной политики по развитию солнечной энергетики одновременно с внедрением программ борьбы с бедностью в экономически неблагополучных районах страны [8]. В 2014 г. в КНР были поставлены амбициозные задачи по расширению использования солнечной генерации в энергосистеме страны синхронно с повышением уровня жизни населения в сельской местности. Малообеспеченные сельские домохозяйства, в которых были неиспользуемые земли, либо дома с подходящим типом крыши, в местности, которая получает более 1100 часов

солнечного света в год, получили право на субсидируемое государством финансирование (PPAP: Photovoltaic Poverty Alleviation Projects, также встречается расшифровка Photovoltaic Poverty Alleviation Programs) [7]. По данным того же исследования, благодаря данным инициативам производство фотоэлектрических систем для неблагополучных районов достигло 26.36 ГВт, обеспечив энергией 4.15 млн. домохозяйств и принося около \$2.8 млрд. годового дохода.

Другая инициатива правительства КНР, направленная на увеличение доли солнечной генерации в энергосистеме страны, называется Whole-County Rooftop Solar policy. Данная программа охватывает 676 округов (counties) из 31 провинции (provinces) Китая и призвана стимулировать использование энергии, полученной на солнечных панелях, установленных на крышах жилых домов. Программа рассчитана на три года, и 2022 г. был вторым годом реализации проекта. За этот год на крышах жилых домов Китая было установлено 55 ГВт солнечных мощностей, что составляет около 64% от всех солнечных мощностей, установленных в этом году в Китае (а также около 28.7% от общемировых показателей установленных в 2022 г. солнечных электрогенерирующих мощностей).

Далее мы приведем обзор мировой солнечной энергетики по состоянию на конец 2022 г., и рассмотрим более подробно китайские государственные инициативы и программы, которые обеспечили столь внушительный рост и развитие индустрии солнечной электрогенерации. Представляется, что некоторые аспекты государственной политики Китайской Народной Республики, стимулирующей широкомасштабное внедрение возобновляемых источников энергии, могут быть использованы в российских стратегиях развития данного сектора энергетики.

Мировая солнечная энергетика в 2022 году

В прошедшем 2022 г. общая установленная мощность фотоэлектрической генерации достигла и превысила величины в 1 тераватт (1 ТВт). Новые

установленные мощности за этот период составили 191.5 ГВт, что обеспечило общемировой прирост в 22.4% по сравнению с концом 2021 г. За прошедшие с 2013 г. десять лет среднегодовой прирост установленных мощностей солнечной электроэнергетики составил внушительные 26.4%. На Рис.1 представлена динамика этого показателя, демонстрирующая схожий с экспоненциальным тренд, и это при том, что для данного вида генерации уже много лет не действует эффект низкой базы.

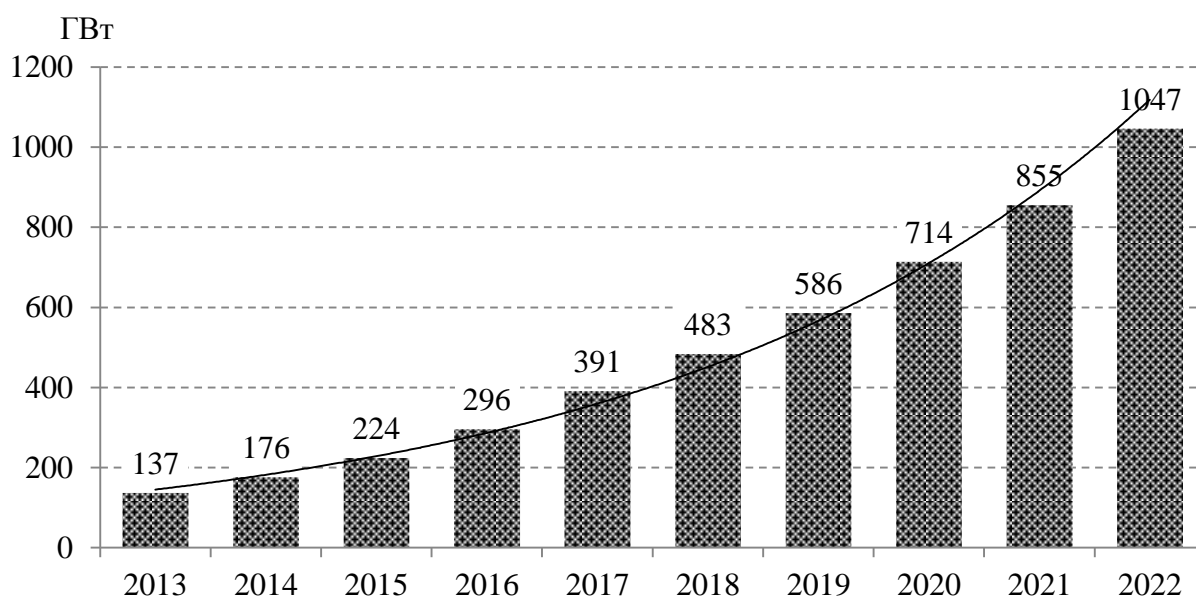


Рис. 1. Мощность установленной солнечной генерации в мире, ГВт. Источник: [6]

Развитию и внедрению солнечных электростанций в энергосистемы стран мира способствует множество экономических и социальных факторов, среди которых значительное снижение себестоимости технологий производства солнечных панелей и других компонент систем, усиление конкуренции в солнечной промышленности, поддерживающая политика и стимулы, рост осведомленности об экологических проблемах населения, технологические достижения, создание рабочих мест и связанные с этим экономические выгоды, осознанный спрос общественности на «чистые» виды энергии.

Интенсивность влияния этих и иных факторов неравномерна по регионам мира и отдельным странам. Наибольший прирост среди частей света в абсолютном выражении (112 ГВт за 2022 г.) продемонстрировала Азия. На

окончание 2022 г. в этом регионе было установлено 596.5 ГВт фотоэлектрических панелей, что составляет 57% от общемировой солнечной электрогенерации. В относительном выражении прирост мощностей в Азии немного превысил общемировой показатель и составил 23.1% в 2022 г. Главный вклад в азиатский прирост обеспечила с большим отрывом Китайская Народная Республика. За 2022 г. в этой стране было установлено 86 ГВт новых солнечных электростанций, доведя общестрановой показатель до 392 ГВт (65.8% от всей азиатской солнечной мощности и 37.5% мировой). Значимый масштаб солнечной генерации в азиатском регионе также принадлежит Японии (78.8 ГВт, прирост 4.6 ГВт или 6.26% в 2022 г.) и Индии (62.8 ГВт солнечных мощностей, прирост 13.4 ГВт или 27.28% в 2022 г.). В этих трех странах сосредоточено около 90% всех азиатских солнечных мощностей.

В Европе за 2022 г. прирост установленных новых фотоэлектрических мощностей составил 37.7 ГВт (+20.0%, что немного ниже среднемировых показателей). Наиболее существенный в европейскую солнечную генерацию вносят: Германия (прирост 7.18 ГВт, +12.1% год к году), солнечные мощности которой сейчас равны 66.55 ГВт, что составляет почти 30% от общеевропейских; Италия (прирост 2.5 ГВт, +11% год к году), с 25 ГВт и 11.1% от общеевропейской доли солнечной генерации и Голландия (+7.7 ГВт, +51.5% в относительном выражении). Фотоэлектрическая мощность в Голландии сейчас составляет 22.6 ГВт (10% от общеевропейского показателя).

В солнечной генерации Северной Америки с большим отрывом лидирует США с 111.5 ГВт установленной фотоэлектрической мощности, что составляет 89.3% от североамериканского и 10.7% от общемирового масштаба производства электроэнергии из солнечных панелей. Годовой прирост в этой стране составил 17.6 ГВт в 2022 г. (+18.8%). За Соединенными Штатами Америки с большим отрывом идут Мексика (9 ГВт установленной мощности, +0.86 ГВт или +10.5% в 2022 г.) и Канада (4.4 ГВт солнечных станций, +0.77 ГВт или +21.3% в 2022 г.).

На данные три части света (Азия, Европа и Северная Америка) приходится более 90% суммарных фотоэлектрических мощностей. В Российской Федерации в 2022 г. было установлено относительно небольшое число новых генерирующих солнечных электростанций на 0.15 ГВт. Относительный годовой прирост также оказался ниже среднемирового и составил +9.3%. Общее суммарное число такого типа станций производят 1.82 ГВт электрической мощности, что составляет 0.17% от общемирового показателя. Сводные данные о производстве электричества из фотоэлектрических панелей по частям света приведены в табл. 1.

Таблица 1. Установленные мощности солнечной генерации по частям света, ГВт

| Регион мира | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Весь мир | 585.9 | 713.9 | 855.2 | 1046.6 |
| Прирост г/г, [%] | 102.4 [21.2%] | 128.1 [21.9%] | 141.2 [19.8%] | 191.5 [22.4%] |
| Азия | 332.1 | 409.4 | 484.5 | 596.5 |
| Прирост г/г, [%] | 56.3 [20.4%] | 77.3 [23.3%] | 75.1 [18.3%] | 112.0 [23.1%] |
| Европа | 140.0 | 160.5 | 187.8 | 225.5 |
| Прирост г/г, [%] | 20.7 [17.3%] | 20.5 [14.7%] | 27.3 [17.0%] | 37.7 [20.0%] |
| Сев. Америка | 67.9 | 84.7 | 105.7 | 124.9 |
| Прирост г/г, [%] | 12.0 [21.5%] | 16.8 [24.8%] | 21.0 [24.7%] | 19.3 [18.2%] |
| Юж. Америка | 8.6 | 13.2 | 20.7 | 32.7 |
| Прирост г/г, [%] | 3.1 [55.3%] | 4.6 [53.7%] | 7.5 [57.1%] | 12.0 [57.9%] |
| Австралия и Океания | 13.3 | 18.4 | 23.3 | 27.4 |
| Прирост г/г, [%] | 4.4 [49.7%] | 5.1 [38.1%] | 5.0 [27.2%] | 4.1 [17.4%] |
| Ближний Восток | 5.8 | 7.0 | 9.2 | 12.4 |
| Прирост г/г, [%] | 2.5 [75.9%] | 1.2 [20.3%] | 2.2 [32.2%] | 3.2 [34.6%] |
| Африка | 8.4 | 9.7 | 10.5 | 11.6 |
| Прирост г/г, [%] | 1.2 [17.3%] | 1.3 [15.8%] | 0.8 [8.3%] | 1.0 [9.6%] |
| Центр. Америка | 2.5 | 2.8 | 3.6 | 4.0 |
| Прирост г/г, [%] | 0.5 [26.3%] | 0.3 [12.2%] | 0.8 [28.0%] | 0.4 [11.3%] |
| <i>Россия</i> | <i>1.3</i> | <i>1.4</i> | <i>1.7</i> | <i>1.8</i> |
| <i>Прирост г/г, [%]</i> | <i>0.7 [138.4%]</i> | <i>0.15 [11.9%]</i> | <i>0.23 [16.3%]</i> | <i>0.15 [9.3%]</i> |

Источник: International Renewable Energy Agency [6], расчеты автора

Стремительное развитие солнечной энергетики в Китайской Народной Республике обуславливает интерес в изучении факторов, способствующих успеху масштабного внедрения этого вида генерации в энергосистему страны.

Политика Китайской Народной Республики в отношении солнечной энергетики

Китай – страна, обладающая большим потенциалом солнечных ресурсов. Более 2/3 ее территории получает ежегодно более 2000 солнечных часов [12]. С 2014 г. китайское правительство поставило целью и последовательно проводит политику стимулирования использования электричества, полученного из солнечного излучения, наряду с борьбой с бедностью в экономически неблагополучных (преимущественно сельских) регионах страны. Эти программы носят сокращенное название РРАР (Photovoltaic Poverty Alleviation Projects, также можно встретить расшифровку Photovoltaic Poverty Alleviation Programs). Субсидирование РРАР могут получить все домохозяйства, которые имеют в распоряжении неиспользуемые земельные ресурсы или крытый дом, находящиеся на территории, которая получает в год не менее 1100 часов солнечного сияния. К 2019 г. преимуществами РРАР воспользовались 4.15 млн. домохозяйств [7].

Ключевыми аспектами внедрения программ РРАР были следующие. Во-первых, целевое размещение: данные программы изначально были сосредоточены на выявлении экономически неблагоприятных районов и сообществ с низкими доходами, где доступ к электричеству ограничен. Во-вторых, государственная поддержка и инвестиции: субсидии и политика максимального благоприятствования партнерских отношений между местными органами власти, коммунальными предприятиями и частным сектором. В-третьих, программы РРАР предусматривали развитие регионального потенциала, они включали профессиональное обучение на местах для повышения навыков и знаний в сфере установки, эксплуатации и технического обслуживания солнечной энергии. Такие меры позволили расширить возможности местных домохозяйств и создали стимулы для трудоустройства и предпринимательства, связанных с солнечной промышленностью. В-четвертых, были внедрены системы мониторинга и экономической оценки проводимых

инициатив. Данные системы оценивали эффективность, результаты и социально-экономические выгоды проектов, помогая совершенствовать стратегии и выявлять области возможного улучшения. Помимо непосредственно электрификации домашних хозяйств, проекты РРАР стимулировали сопутствующие экономические и социальные позитивные эффекты: улучшение качества образования, здравоохранения, коммуникаций и производительности труда. Развитие солнечной энергетики способствовало развитию местного малого бизнеса, сельского хозяйства и туризма.

Реализация на уровне домохозяйства предусматривает установку на крышах домов, на неиспользуемых площадях или во дворах бытовых фотоэлектрических систем мощностью от 3 до 5 кВт. В среднем такая установка генерирует электричества на \$462 в год [12]. Электростанции сельского уровня принадлежат и обслуживаются местной общиной, размещаются на необрабатываемых землях и вырабатывают 100-300 кВт энергии. Такой тип организации является наиболее распространенным в центральном и восточном Китае. В ряде случаев несколько сел объединялись для построения общей более мощной электростанции (до 6 МВт), электроэнергия которой распределяется между участвующими в проекте селами и деревнями. На одно домохозяйство в такого рода объединенной энергосистеме приходится в среднем 7 кВт мощности [7]. В том же источнике приводится пример крупного проекта РРАР в провинции Цинхай, где была построена крупная сеть солнечных электростанций общей мощностью 471.6 МВт, распределенных по 1622 экономически неблагополучным деревням (более 60 тыс. домохозяйств).

В 2021 г. в Китайской Народной Республике была запущена государственная инициатива Whole-County Rooftop Solar (кит. 整县屋顶光伏). В соответствии с данной программой, подрядчики строительства солнечной электростанции (зачастую это государственные компании) претендуют на право разработки проекта для всей административной единицы уровня округа

(county). Такой подрядчик (победивший в открытом конкурсе или аукционе) должен стремиться выполнить квоты покрытия солнечными панелями крыши общественных зданий (не менее 50% от общего числа такого типа зданий в округе), коммерческих и промышленных зданий (не менее 30%) и жилых зданий (не менее 20%) [11]. В некоторых случаях непосредственно солнечными панелями может владеть частное лицо (владелец крыши), и он может продавать излишки электроэнергии подрядчику. В иных случаях непосредственно генерирующие мощности принадлежат подрядчику, а владелец крыши получает электроэнергию со скидкой.

В масштабе административной единицы уровня округа такой подход стимулирует быстрое размещение сети солнечных электростанций и оптовые цены на компоненты. Благодаря государственной поддержке можно обеспечить финансирование под низкий процент в банках. Кроме того, дополнительное снижение издержек обеспечивается благодаря централизованному управлению и обслуживанию.

За 2022 г. по программе Whole-County Rooftop Solar на крышах различных зданий было установлено около 55 ГВт фотоэлектрических мощностей. Это составило 64% от общего количества установленных фотоэлектрических электростанций (86 ГВт) в Китае и 28.7% от общего числа новых солнечных мощностей во всем мире (191.5 ГВт). Во многих отношениях это уникальная инициатива, не имеющая пока аналогов в мире по масштабу, охвату и эффектам. К примеру, в Индии в 2022 г. из 13.5 ГВт новых мощностей львиная доля в 11.3 ГВт приходилась на коммунальные предприятия и лишь 1.9 ГВт составляют электростанции, установленные на крышах домов [9].

Несмотря на успехи, которые демонстрируют государственные инициативы поддержки развития солнечной энергетики PPAR и Whole-County Rooftop Solar, исследователи отмечают ряд проблем, с которыми сталкивается осуществление данных программ. Одной из наиболее частых проблем указывается нехватка средств, что приводит к трудностям с получением

национальных и региональных субсидий. В ряде случаев отмечается отсутствие необходимого государственного надзора, недостаток ресурсов для надлежащего управления и обслуживания [10]. Исследователи также упоминают сложности с пониманием и признанием фотоэлектрической энергетики сельским населением, которое, в частности, бывает озабочено тем, что солнечные станции в экологическом отношении могут негативно воздействовать на окружающую среду в деревнях, а в экономическом плане потенциально способны создать новые проблемы и конфликты в сообществе [7].

Существуют также технологические проблемы, связанные с нестабильностью солнечной генерации ввиду зависимости выработки панели от времени суток, погоды, времени года и климата в целом. Однако данные несовершенства в настоящее время успешно решаются созданием систем хранения энергии, интегрированием солнечных мощностей в общие энергосистемы с другими видами источников, оптимизации распределения на основе предсказательной аналитики, а также расширением возможностей солнечной панели техническими усовершенствованиями для работы при более широких диапазонах условий внешней среды.

Заключение

Политика Китайской Народной Республики в отношении солнечной энергетики сыграла решающую роль в превращении страны в крупнейшего в мире производителя и установщика систем фотоэлектрической энергии. Был реализован ряд проектов и инициатив внедрения солнечных электростанций в энергосистемы страны с одновременным экономическим развитием экономически неблагополучных регионов. Ключевые аспекты политики Китая включают в себя льготные тарифы и субсидии для производителей, систему квот на возобновляемую энергию для электросетевых компаний, аукционные механизмы для распределения прав на внедрение солнечных проектов, поддержку научных исследований и разработок фотоэлектрических

технологий. В рамках инициативы «Один пояс, один путь» Китай также продвигает использование солнечной электроэнергии в странах-партнерах вдоль маршрутов «Пояса и пути» на основе долгосрочного планирования.

В России на государственном уровне приняты программы развития возобновляемых источников энергии (см. напр. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.06.2021 № 1446-р). Успешно осуществляются научные и исследовательские разработки в области повышения эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ. Помимо непосредственного создания генерирующих мощностей, такие разработки рассматриваются «как страховка, позволяющая технологически не отставать от стран с рыночной экономикой» [4]. Так, к примеру, «компания “СибИнвент-Космос” (г. Красноярск) разработала оригинальную конструкцию солнечной батареи для использования в космосе, над землей в воздухе и на земле, с КПД вдвое большим, чем у традиционных аналогов. Батарея состоит из супертонких (толщиной 5-20 мкм) фотоэлектрических преобразователей на основе монокристаллического кремния» [5]. Сочетание научного потенциала и государственной политики в перспективе способно усилить позиции России в мировой энергетике; по-видимому, главные прорывы и будущее электроэнергетического сектора будет все больше увязано с развитием и использованием «чистых» и возобновляемых источников. Государственные инициативы Китая в области солнечной энергетики в течение сравнительно короткого промежутка времени привели к значительным инвестициям, технологическим достижениям и снижению издержек, что превратило солнечную энергию в конкурентоспособный и доступный вид энергии. Представляется, что изучение китайского опыта стимулирования разработки, производства и использования систем ВИЭ и внедрение ряд его полезных аспектов в российские программы стратегического развития энергетики может оказаться важной научной и практической задачей.

Список литературы

1. Буклагина, Г. В. Повышение эффективности использования солнечной энергии в энергетических установках с концентраторами / Г. В. Буклагина // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2009. – № 2. – С. 392.
2. Казанский, А. Г. Тонкопленочные кремниевые солнечные элементы на гибких подложках / А. Г. Казанский // Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2015. – Т. 7, № 1. – С. 15-24.
3. Хачатурян, Н. Р. Процессы современного этапа развития мировой электроэнергетики / Н. Р. Хачатурян // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 1, № 1(121). – С. 76-88.
4. Чернавский С.Я. Роль малого бизнеса в контексте использования нетрадиционных возобновляемых источников первичной энергии // Экономическая наука современной России. - №4. 2022. - С. 103-125.
5. Шумаев, В. А. Развитие солнечной энергетики / В. А. Шумаев // В центре экономики. – 2022. – Т. 3, № 2. – С. 46-54.
6. IRENA (2023), Renewable capacity statistics 2023, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. March, 2023. ISBN: 978-92-9260-525-4.
7. Li, J., Chen, C.F., Walzem, A., Nelson, H. and Shuai, C. National goals or sense of community? Exploring the social-psychological influence of household solar energy adoption in rural China. // Energy Research & Social Science, 89. 2022. p.102669.
8. S. Geall, W. Shen, Gongbuzeren, Solar energy for poverty alleviation in China: State ambitions, bureaucratic interests, and local realities // Energy Research & Social Science 41. 2018. pp. 238-248.
9. Shah J. How China Ensured 55 GW Of Rooftop Solar In 2022 // Saur Energy International. Feb 13th, 2023. [Электронный ресурс] URL: <https://www.saurenergy.com/solar-energy-blog/lessons-for-the-future-an-insight-into-chinas-dominance-in-rooftop-solar-and-indias-road-ahead>

10. Wang Z., Huang F., Liu J., Shuai J., Shuai C., Does solar PV bring a sustainable future to the poor? - an empirical study of anti-poverty policy effects on environmental sustainability in rural China, *Energy Policy* 145. 111723. 2020.
11. Yang, Y., & Lo, K. China's renewable energy and energy efficiency policies toward carbon neutrality: A systematic cross-sectoral review // *Energy & Environment*, 0958305X231167472. 2023.
12. Zhang H.M., Xu Z.D., Sun C.W., Elahi E., Targeted poverty alleviation using photovoltaic power: Review of Chinese policies, *Energy Policy* 120. 2018. pp. 550-558.