

УДК 620.9

В.Ю. МИХАЛЧЁНОК, К.С. ИВАНОВА, студенты гр. 10604217 (БНТУ)
Научный руководитель С.А. КАЧАН, к. т. н., доцент (БНТУ)
г. Минск

СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ

Мировой рынок солнечной фотоэнергетики – основанной на преобразовании солнечного света в электричество – растет с 2005 года в среднем на 40% в год. Эта скорость намного выше, чем для любой другой отрасли промышленности. Так, производство солнечной фотоэнергетики увеличилось на 22% (на 131 ТВт·ч) в 2019 году, что составило второй по величине абсолютный прирост генерации всех возобновляемых технологий, немного уступая ветру и опережая гидроэнергетику [1].

По оценкам, солнечная генерация в 2019 году достигла 720 ТВт·ч и, как ожидается, вырастет до 1940 ТВт·ч к 2025 году [1]. Отметим, что в 2019 году всего работающие солнечные панели на Земле произвели 2,7% мировой электроэнергии.

Таким образом, солнечная фотоэнергетика стала заметной и экологически чистой заменой исчерпаемым видам топлива.

Рассмотрим современные инновационные материалы и технологии для фотоэнергетики.

Кристаллический кремний (с-Si) является наиболее часто используемым полупроводниковым материалом в солнечных панелях, покрывая более 90% мирового рынка фотоэлектрических систем, хотя эффективность их значительно ниже теоретического предела (~ 30%).

Появляются солнечные элементы из альтернативных недорогих и высокоэффективных материалов.

Так, Национальная лаборатория возобновляемых источников энергии (США) ведет разработку высокоэффективных кристаллических фотоэлектрических элементов, которые включают материалы с несколькими соединениями III-V (с целевой эффективностью более 30%) и гибридные тандемные солнечные элементы III-V/Si. Их солнечные элементы с шестью переходами III-V достигли эффективности 47,1% при концентрированном освещении.

Двусторонние модули Lumos Solar GSX на основе кремния могут собирать солнечную энергию с обеих сторон панели, с эффективностью на 11% большей по сравнению со стандартными панелями (рисунок 1) [2].



Рисунок 1. Двусторонние модули Lumos Solar GSX

Тонкопленочные солнечные элементы второго поколения могут стать одной из наиболее перспективных фотоэлектрических технологий из-за их тонкой конструкции (в 350 раз меньше светопоглощающих слоев по сравнению со стандартными Si-панелями), легкости, гибкости и простоты установки.

Обычно в их конструкции используются четыре типа материалов: теллурид кадмия (CdTe), аморфный кремний, селенид меди-индия-галлия (CIGS) и арсенид галлия (GaAs). В то время как CdTe вызывает опасения по поводу токсичности из-за кадмия, солнечные элементы CIGS оказываются более многообещающими высокоэффективными и экономичными вариантами как для жилых домов, так и для коммерческих установок с эффективностью до 21%.

Гибридные металлогалогенные **перовскитовые фотоэлементы** (PSC) – солнечные элементы следующего поколения – привлекательны из-за их низкой цены, более тонкой конструкции, низкотемпературной обработки и превосходных светопоглощающих свойств; они могут быть гибкими, легкими и полупрозрачными. Примечательно, что тонкие пленки из перовскита могут быть напечатаны, что делает возможным их масштабное производство с высокой производительностью. По данным [1] печатный перовскитовый фотоэлемент достиг эффективности 12,2%, что является самым высоким показателем среди элементов такого типа.

Комбинированные материалы из перовскита и Si показали рекордную эффективность до 28% в лабораторных условиях.

Несмотря на имеющийся потенциал для замены кремниевых солнечных элементов инновационные перовскитные элементы при низкой стоимости изготовления и высокой эффективности имеют также существенные недостатки. Токсичность используемого в элементах свинца, гистерезис и

стабильность перовскитового материала являются основными проблемами, которые необходимо преодолеть для его широкой коммерциализации.

Помимо инновационных материалов, появляются также инновационные методы солнечной фотоэнергетики.

Например, швейцарский стартап Insolight использует интегрированные линзы в качестве оптических усилителей в защитном стекле панелей, чтобы концентрировать световые лучи в 200 раз при достижении эффективности 30%.

Еще одна недавняя разработка – прототип терморadiационных фотоэлектрических устройств или обратных солнечных панелей, которые могут генерировать электроэнергию в ночное время, используя тепло, излучаемое панелями в оптически связанный глубокий космос, который служит теплоотводом (рисунок 2 [3]).

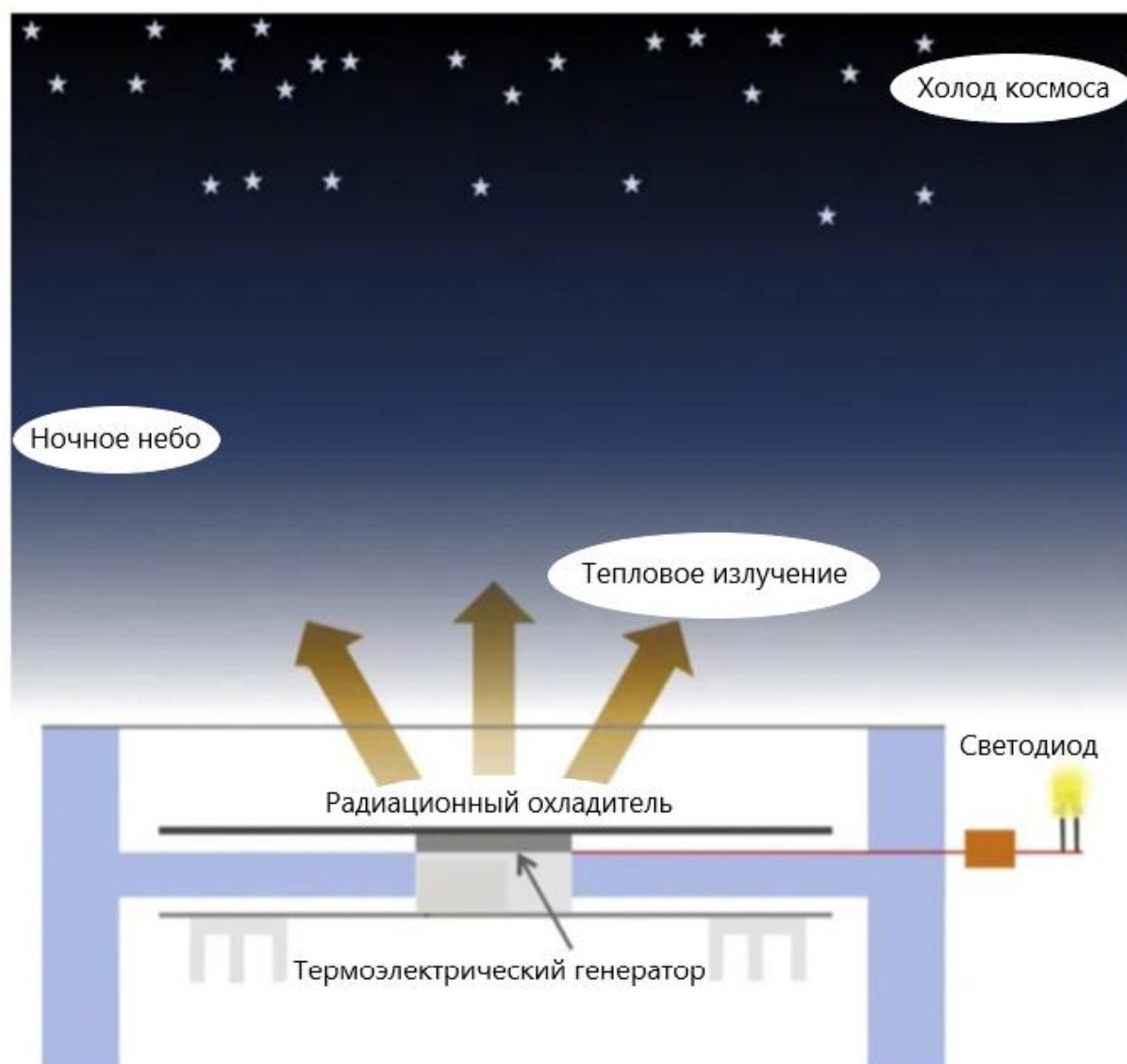


Рисунок 2. Схема работы обратных солнечных панелей

Расширяется и спектр приложений фотоэнергетики, отличных от стандартных установок на крыше.

Например, трансформационной технологией будущего могут стать солнечные краски, которые дают возможность превратить не только крышу, но и все здание в поверхность, генерирующую энергию.

Другой пример инноваций: прозрачные солнечные окна компании Ubiquitous Energy (США) позволили достичь 10% эффективности преобразования солнечной энергии в электричество.

В заключение отметим, что в связи с быстрым развитием инновационных технологий ожидается, что в ближайшие пять лет рынок солнечной энергии будет бурно развиваться. Несмотря на спад, вызванный пандемией, ожидаемое снижение затрат на солнечные установки до 35% к 2024 году обнадеживает и может сделать возобновляемую солнечную фотоэнергетику более доступной.

Список литературы:

1. Мухопадхьяй, Туфан. Текущие и предстоящие инновации в технологиях солнечных элементов [Электронный ресурс]: Сентябрь 2020. – режим доступа: <https://www.prescouter.com/2020/09/current-and-upcoming-innovations-in-solar-cell-technologies/> (дата обращения: 27.10.2021)
2. Пикерел, Келли. Что такое бифазные солнечные модули? [Электронный ресурс]: Апрель 2018. – режим доступа: <https://www.solarpowerworldonline.com/2018/04/what-are-bifacial-solar-modules/> (дата обращения: 27.10.2021)
3. Generating Light from Darkness / Aaswath P. Raman, Wei Li, Shanhui Fan // Joule 3, 2679–2686, November 20, 2019.

Информация об авторах:

Михалчёнок Владислав Юрьевич, студент гр. 10604217, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Иванова Каролина Сергеевна, студент гр. 10604217, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Качан Светлана Аркадьевна, к.т.н., доцент, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, kachan@bntu.by