

**А. Н. Богданова**

**A. N. Bogdanova**

*bogdaannovaa@gmail.com*

**Ю. А. Аверьянова**

**Yu. A. Averyanova**

*bgdkgeu@yandex.ru*

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

энергетический университет», г. Казань

Kazan State Power Engineering University, Kazan

**ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА И  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ПРОБЛЕМА ИХ УТИЛИЗАЦИИ**

**THE IMPACT OF SPENT SOLAR MODULES ON HUMANS AND THE ENVIRONMENT,  
THE PROBLEM OF THEIR DISPOSAL**

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема утилизации солнечных модулей, её влияние на окружающую среду и жизнь человека. Также рассмотрены варианты решения данной проблемы; произведён обзор методов обращения других стран с отходами солнечной энергетики.

**Abstract.** The article considers the problem of utilization of solar modules, its impact on the environment and human life. Options for solving this problem are also considered; The methods of handling solar waste in other countries have been reviewed.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, фотовольтаика, солнечные панели, утилизация, переработка.

**Keywords:** renewable energy sources, photovoltaics, solar panels, utilization, recycling.

Под влиянием различных факторов, таких как загрязнение окружающей среды, подорожание углеводородных носителей в мире увеличивается количество введённых мощностей возобновляемой энергии, 90% из которых приходится на солнечные фотоэлектрические и ветряные станции [1]. Число новых солнечных электростанций способно увеличиться в 5 раз за следующие 10 лет, достигнув общей мощности 2840 ГВт к 2030 году и 8500 ГВт к 2050 году [2]. Каждый материал имеет свой запас прочности и срок использования. Поэтому очень важно обратить внимание всего мира к вопросу утилизации отработавших PV (photovoltaic) модулей [3].

Как говорится в докладе МЭА и IRENA «End of Life Management: Solar Photovoltaic Panels», мировые отходы фотовольтаики составят 1,7–8 млн тонн к 2030 году и 60–78 млн

тонн к 2050 году. Без стратегии по утилизации солнечных модулей они будут сильно загрязнять окружающую среду и оказывать отравляющее действие на организм человека токсичными тяжёлыми металлами. Например, вдыхание частиц свинца и селена и их попадание в желудочно-кишечный тракт через загрязнённую пыль ведёт к поражению печени, лёгких, почек, истончению костных тканей, инвалидности, интеллектуальным расстройствам, а при накоплении ядовитых веществ в большом количестве – к смерти.

После окончания срока службы, солнечный модуль может быть отправлен на свалку в соответствии с обычными требованиями по обработке и утилизации отходов или использован с дальнейшей выгодой. Под ней подразумевается ремонт, извлечение компонентов, сохранивших работоспособность, перепродажа по сниженной цене или передача устройства нуждающимся.

Алюминий, кремний, свинец, а также другие опасные полупроводниковые материалы могут быть утилизированы благодаря механическим и химическим процессам, переплавлены для переработки или проданы в качестве материала для производства новых PV-модулей и другой электронной продукции [4].

На данный момент наибольшее внимание утилизации солнечных панелей уделяет Европа. Директива об отходах электрического и электронного мусора (WEEE) регламентирует утилизацию продуктов работы ССЭ. Российские производители солнечного оборудования говорят о слишком молодом PV-рынке. Сейчас у нас нет предприятий, которые специализируются на переработке и утилизации солнечных панелей.

Последующее развитие гелиоэнергетики несёт в себе не только положительные, но и отрицательные последствия. Такие как нагрев воздуха вследствие прохождения солнечного излучения через PV-модули, изменение почвенных условий и экосистемы отдельных территорий, загрязнение питьевой воды при длительной эксплуатации и очистки солнечных панелей [5].

Солнечная энергетика – молодая и перспективная отрасль, которая с каждым годом развивается всё больше и больше. Её достоинства неоспоримы, как и недостатки. Сегодня отходы солнечной энергетики представляют собой только небольшую часть электронного мусора, образующегося на планете в огромных количествах каждый год и негативно влияющего на здоровье людей. Первоочередная задача человека, касающаяся PV-модулей, состоит в их эффективном использовании, правильных методах утилизации после завершения эксплуатационного срока.

## Список литературы

1. Weckend S., Wade A., Heath G. End-of-life management: Solar Photovoltaic Panels. IRENA ; AND IEA-PVPS, 2016. 99 p. URL: <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/End-of-life-management-Solar-Photovoltaic-Panels> (date of access: 19.04.2023).
2. Солнечная фотоэлектрическая станция (СФЭС / PV): строительство по EPC-контракту и стоимость проекта. URL: <https://esfccompany.com/articles/solnechnaya-energetika/solnechnye-fotoelektricheskie-stantsii-novye-tekhnologii-i-tendentsii-rynka/> (дата обращения: 19.04.2023).
3. Савенко А. Е., Савенко П. С. Использование и совершенствование автоматических систем для управления рассредоточенными источниками электроэнергии в локальных электрических системах. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т. 24, № 4. С. 105–115. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2022-24-4-105-115>.
4. Утилизация солнечных панелей // Ваш Солнечный Дом. URL: <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/pv-recycling.htm> (дата обращения: 20.04.2023).
5. Опасность солнечных батарей // Экология Жизни. URL: <https://ecoplanet777.com/opasnost-solnechnyh-batarej/?ysclid=levqalvbe4438577594> (дата обращения: 20.04.2023).