

УДК 621.383.4

УВЕЛИЧЕНИЕ КПД СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ  
НАНОАНТЕНН  
INCREASING THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS USING  
NANOANTENNAS

Я.Н. Старостенков

Научный руководитель – Т.А. Петровская, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Ya. Starostentov

Supervisor – T. Petrovskaya, Senior Lecturer  
Belarusian national technical university, Minsk

*Аннотация* В статье будут рассмотрено применение различных нанотехнологий для улучшения технических характеристик фотоэлектрических модулей, будут выявлены достоинства и недостатки внедрения нанотехнологий в солнечные панели.

*Abstract:* The article will consider the use of various nanotechnologies to improve the technical characteristics of photovoltaic modules, and will identify the advantages and disadvantages of introducing nanotechnologies into solar panels.

*Ключевые слова* солнечная энергетика, фотоэлектрические модули, нанотехнологии, технические характеристики, наноматериалы.

*Keywords:* solar energy, photovoltaic modules, nanotechnology, technical characteristics, nanomaterials.

### Введение

Приоритетным направлением в развитии солнечной энергетики является улучшение технических характеристик фотоэлектрических модулей. Одним из основных показателей, характеризующих солнечные панели, является КПД. На данный момент практический КПД большинства солнечных панелей составляет 22-25%, однако разрабатываются новые материалы для производства фотоэлектрических ячеек с целью повышения КПД. Актуальным вопросом является внедрение нанотехнологий в производство солнечных панелей. Наноматериалы производятся из различных сплавов. Проводится большое число экспериментов по поиску подходящих материалов и разработке оборудования по производству наноматериалов.

### Основная часть

На данном этапе использования нанотехнологий в солнечной энергетике является внедрение наноантенн в состав фотоэлектрических модулей. Наноантенна, или ректенна, – это альтернативное устройство, предназначенное для преобразования энергии солнечного излучения в электрический ток. Устройство работает по типу выпрямления в оптическом и инфракрасном диапазонах длин волн.

На данный момент разработаны наноантенны для поглощения длин волн в диапазоне 3-15 мкм, что соответствуют энергии фотонов 0.08-0.4 эВ. На основе теории антенн оптическая ректенна способна эффективно поглотить свет любой

длины волны, причём параметры наноантенны должны быть оптимизированы под определённую длину волны.

Размеры наноантенны зависят от длины волн оптического диапазона (рис. 1). Длина нантенны прямо пропорциональна длине волны и не превышает 100 микрон. Ширина устройства составляет не более 100 нанометров [8].

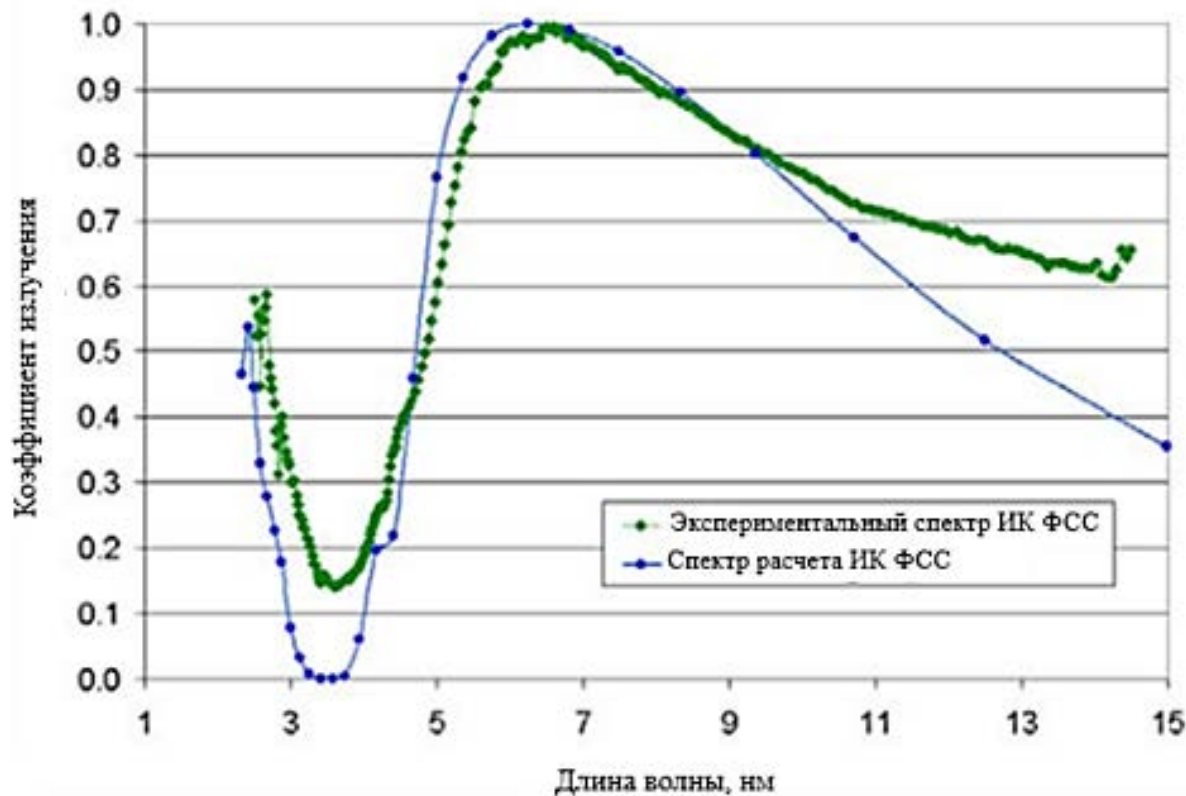


Рисунок 1 – Зависимость теоретического и практического излучения от длины волны

Наноантенна состоит из нескольких основных частей, таких как антенна, оптический резонатор, базовая плоскость (табл. 1).

Таблица 1 – Функции частей наноантенны

Часть наноантенны	Функция
Антенна	Поглощение электромагнитных волн
Базовая плоскость	Отражение света по направлению к антенне Отклонение и концентрация света по направлению к антенне
Оптический резонатор	Отклонение и концентрация света по направлению к антенне

Рассмотрим теорию наноантенн. Свет, который падает на антенну, вызывает колебания электронов, движущихся по схеме направления вперед-назад с той же частотой, что и входящий поток света (рисунок 2). Этот процесс связан с колебаниями электрического поля входящей электромагнитной волны. Движение электронов создаёт переменный ток в цепи нантенны. Для преобразования переменного тока в постоянный необходимо произвести его детектирование, обычно выполняющееся с помощью выпрямительного диода.

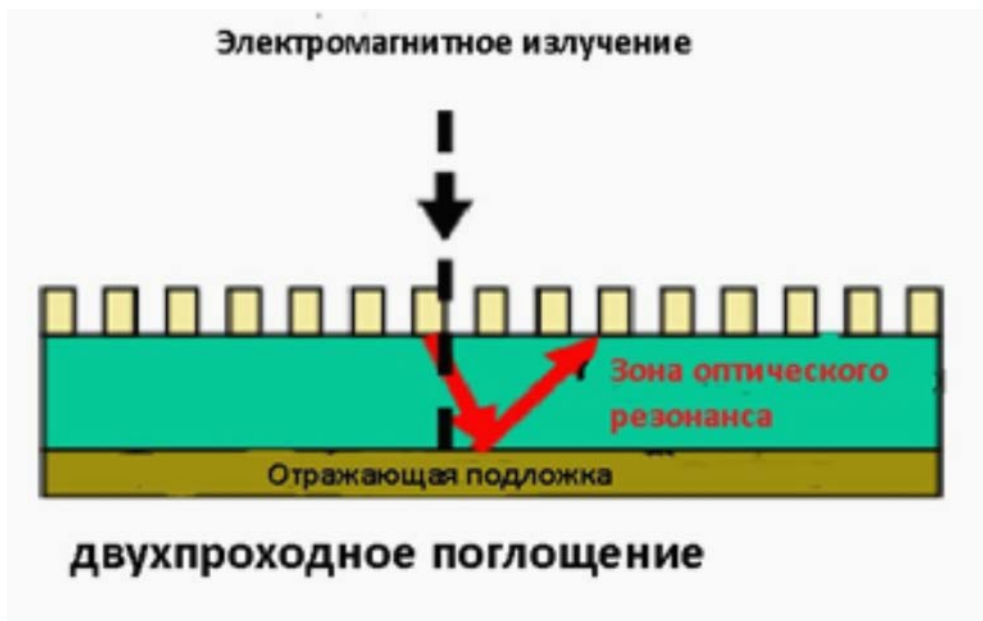


Рисунок 2 – Схема поглощения солнечного излучения нанодантенами

Для нанодантенн используют массивы вертикально ориентированных нанотрубок из графена. Процесс производства графеновых нанодантенн дорогой и длительный. Поскольку параметры оптических ректенн прямо пропорциональны длине волны, то для производства необходима настройка размеров нанодантенны. Для производства ряда нанодантенн нужно настроить антенну под определенную длину волны. Большое влияние на использование графеновых нанодантенн имеют и характеристики электромагнитных колебаний. Для видимого света частота характеризуется значениями в терагерцах, что почти в миллион раз выше, чем частота радиоволн. Для преобразования подобных колебаний в постоянный ток необходимы диоды, выполненные по иной технологии и размеры которых должны быть сопоставимы с параметрами оптических ректенн.

Можно выделить следующие преимущества внедрения нанодантенн в фотоэлектрические модули:

- высокий теоретический КПД, достигающий 92%;
- увеличение практического КПД до 80%;
- уменьшение срока окупаемости преобразованной солнечной электростанции;
- относительная дешевизна нанодантенного массива площадью 1 м<sup>2</sup> по сравнению с кремниевой панелью;
- относительно низкие затраты дорогостоящих металлов на производство матрицы;
- относительно простая разработка матрицы нанодантенн, рассчитанных на произвольную частоту света.

Недостатками использования нанодантенн являются:

- ограничение частоты работы нанодантенн;
- медленный и дорогой процесс производства;
- необходимость использования дополнительных диодов для

преобразования видимого света в электромагнитные волны.

### Заключение

Таким образом, использование нанотехнологий позволит намного увеличить КПД фотоэлектрических модулей несмотря на внешние факторы, влияющие на работу солнечной панели. Сам процесс производства наноантенн дорогой и медленный, так как требует разработку матрицы и настройку антенны под определённую длину волны, но за счёт создания большого количества оптических ректенн стоимость готового материала ниже стоимости кремниевых солнечных панелей, что выгодно для выработки большего объёма электроэнергии и большого количества электростанций. Технология применения наноантенн будет развиваться дальше в целях снижения воздействия внешних факторов и улучшения технических характеристик солнечных панелей.

### Литература

1. Андреев В.М. Нанотехнологии для солнечной энергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanotehnologii-dlya-solnechnoy-fotoenergetiki/viewer>. Дата доступа: 30.09.2024
2. Чеботарев С.Н., Пащенко А.С. Исследование фототока в солнечных элементах на гетероструктурах с массивом квантовых точек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-fototoka-v-solnechnyh-elementah-na-geterostrukturah-s-massivom-kvantovyh-tochek/viewer>. Дата доступа: 29.09.2024
3. Блохин С.А., Сахаров А.В., Надточий А.М., Паюсов А.С., Максимов М.В., Леденцов Н.Н., Ковш А.Р., Михрин С.С., Лантратов В.М., Минтаиров С.А., Калюжный Н.А., Шварц М.З. Фотоэлектрические преобразователи AlGaAs/GaAs с массивом квантовых точек InGaAs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/6822>. Дата доступа: 29.09.2024
4. Наноантенны - устройство, применение, перспективы использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elektrik.info/main/news/1120-nanoantenny-ustroystvo-primenenie.html>. Дата доступа: 28.09.2024