

# ИНЖЕНЕРНЫЙ

Н Е О М И Р

№3 (2017)



## Учредитель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова»

## Председатель редколлегии

д.т.н., проф. Б.А.Якимович, ректор ИжГТУ имени М.Т.Калашникова

## Общественный редакционный совет

Ассоциация выпускников ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## Главный редактор

## Технический директор

Е. В. Шевякова

А. А. Бобков

## Над номером работали

д.т.н., проф. Б.А. Якимович  
д.т.н., проф. Б.В. Севастьянов  
д.хим.н., проф. М.А. Плетнев  
к.т.н., доц. В.А. Морозов  
к.т.н., доц. М.Ф. Закиров  
к.т.н., доц. Д.Н. Попов  
к.т.н., доц. Л.Н. Колесникова  
к.т.н., доц. Ю.Л. Караваев  
А.Н. Ильин  
А.Ю. Лещев  
С.В. Мальцева  
А.Г. Шаклеин  
Е.В. Шевякова  
Т.Н. Овчинникова  
М.Ю. Шевякова

## Корректор

Г. П. Засыпкина

## Дизайн

Илья Сергеевич

## Адрес редакции

426069, Ижевск, ул. Студенческая, 7. Корп. 7, ауд. 400  
Тел. (3412) 77-60-55, доб. 7193  
e-mail: umt@istu.ru

## Подписано в печать с оригинал-макета

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 2017 г.

## ООО «Кировская областная типография»

610004, г. Киров, ул. Ленина, 2  
E-mail: print@printkirov.ru  
Заказ № \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_

В журнале представлены оригинальные статьи и фотоснимки авторов, материалы информационного и фотоархива ИжГТУ, а также использованы сведения из открытых источников, в т.ч. интернет. Рубрика «Практикум» составлена по материалам сайта «Сделай сам своими руками» ([www.sdelaysam-svoimirukami.ru](http://www.sdelaysam-svoimirukami.ru))

# ИНЖЕНЕРНЫЙ

Н Е О М И Р

№ 3 (2017 год)

Журнал для молодежи о технике и технологиях

3 Обращение к читателям

4 Слово редактора

6 С днем рождения!

## Крупным планом

8 В гармонии с природой

## Мир вокруг нас

12 Альтернативная энергетика наступает

18 Гранулы как топливо

22 Выбираем лампочку

26 Принтер для объемного мира

32 Экологичные автомобили

38 Холодно, тепло, еще теплее

## Полный вперед!

42 Опасно, сложно, но можно

46 Спецтехника без экипажа

52 На борьбу с огнем

58 Чтоб не терять «попутный» газ

62 Вечная проблема снежных зим

## Малая родина

68 Алые гроздья рябин

## Стартовая площадка

70 Олимпиада умений и мастерства

76 Форум инженерной молодежной элиты

## Глазами студента

82 Есть вопросы про колеса

## Твои университеты

86 Школьный университет ИжГТУ:  
лекции в 2016-17 учебном году

87 Фестиваль науки

## От теории к практике

88 Делаем сэлфи

## Просто фантастика

92 Вот такое кино

## Возьми на заметку

96 Инженерная «Звезда»

## Большая перемена

98 Эко-юмор

99 Кроссворд



2017  
ГОД ЭКОЛОГИИ  
В РОССИИ



## **ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!**

Мы с вами живем в век технологий, когда постоянно появляются новые материалы, методы обработки, критерии качества. Сегодня, в период технического изобилия, особую актуальность приобретают такие факторы, как рациональное использование природных ресурсов и экологические факторы. Не случайно 2017 год объявлен в нашей стране годом экологии.

Журнал, который вы держите в руках, совмещает важнейшие задачи: привлечь интерес к инженерной профессии и вопросам экологического развития России, сохранению биологического разнообразия и обеспечению экологической безопасности.

Сегодня инженерное образование в России становится все более популярным среди молодежи. Тем более это важно для таких городов, как Ижевск, Воткинск, прославившихся своими достижениями по созданию и вооружений, и высокотехнологичной гражданской продукции.

Удмуртия традиционно называется родниковым краем, она расположена в самом центре России, среди лесных массивов и красивейших водоемов. Сохранить это богатство - задача не только биологов и общественных деятелей, но и инженеров, которые будут создавать новые технологии и производства в гармонии с природой. Надеюсь, что часть идей вы можете почерпнуть из этого журнала. Успехов!

*академик РАН  
ректор Московского государственного  
университета им. М. В. Ломоносова  
Президент Российского Союза ректоров*

*Садовничий Виктор Антонович*



## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ, ЧИТАТЕЛИ И ДРУЗЬЯ!

Вы держите в руках очередной номер журнала, который рассказывает о том, как инженерные технологии могут стать увлекательным делом, будь то профессиональная деятельность или обычное хобби.

Несмотря на то, что наш журнал совсем еще молод, он завоевал официальное признание и получил первую награду — Диплом победителя Всероссийского конкурса СМИ «PRO Образование – 2015» в номинации «Лучшее специализированное издание, посвященное образованию». Организатор конкурса — Министерство образования и науки РФ. Общее число поданных на соискание награды материалов превысило 700, в заявленной номинации были представлены 45 работ. Участие в конкурсе приняли сотни представителей всех типов СМИ практически из всех регионов Российской Федерации.

Торжественная церемония награждения победителей состоялась в Москве в рамках XI Международной конгресс-выставки «Global Education — Образование без границ», посвященной вопросам развития профессионального образования. Эта же тема стала ключевой для конкурса СМИ. Награды победителям вручили ведущие журналисты издательского дома «Коммерсантъ», НТВ и ВГТРК.

Победителей выбирали члены Экспертного совета, в который входили представители Министерства образования и науки Российской Федерации, региональных органов управления образованием, журналисты-победители конкурса прошлых лет, представители медийного сообщества и коммуникационной сферы.

От имени редакции поздравляю всех авторов, консультантов, читателей и просто помогавших нам людей с этим достижением и надеюсь, что новые выпуски журнала тоже найдут положительный отклик в ваших сердцах.

Спасибо всем.

*Елена Шевякова  
главный редактор журнала*

Подробнее о конкурсе и его результатах — <http://konkurssmi.ru/pobediteli-2015.html>, <http://konkurssmi.ru/foto.html>



# ПОСВЯЩАЕТСЯ 65-ЛЕТИЮ ИЖЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ М.Т.КАЛАШНИКОВА



ИжГТУ я знаю, все мои помощники- выходцы из этого университета. Я был бы безнадежно слепым конструктором, если бы я не видел ту огромную работу, которую ИжГТУ провел по созданию новых квалифицированных кадров. Всю жизнь я проработал с этими людьми и мы за короткое время сумели сделать массу образцов, которые были приняты на вооружение армией страны.

Человек должен жить и работать на благо своего Отечества! Ибо нет предела совершенству! Всегда нужно думать: нельзя ли сделать лучше и – работать, работать и работать! Конечно, во всех областях - ведь у каждого свой путь, и ИжГТУ выпускает специалистов-инженеров самых разных направлений. Думаю, и наша область - стрелковое оружие - будет развиваться и долго еще не потеряет своего значения. Мы будем создавать стрелковое оружие - не для убийства, а для защиты, - что ж, таков мир, в котором мы живем, беспокойный, прямо скажем, беспокойный мир...

Лично для меня большая честь дать имя университету, который выпустил такое количество замечательных, квалифицированных специалистов.

М.Т. Калашников, Почетный профессор ИжГТУ

## ДОРОГОЙ УНИВЕРСИТЕТ!



Поздравляю тебя с очередной «особенной» датой – 65-летием! Ты стал местом, где воплотились в жизнь мои амбициозные планы, появились новые друзья, учителя и коллеги. Ты дал мне базовые знания и навыки, которые стали основой моих нынешних успехов и достижений. Здесь меня провожали на престижные соревнования по спортивному программированию и радостно встречали, особенно когда наша команда возвращалась с медалями.

На долгие годы оставайся, Университет, местом, где новые и новые студенты будут впитывать твои традиции, приумножать твою славу, становиться хорошими специалистами, позитивными творческими людьми. Пусть все они будут достойны высококого имени М.Т.Калашникова, которое сегодня носит ИжГТУ. С днем рождения!

*А.В. Скиданов*

## УВАЖАЕМЫЕ СТУДЕНТЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ И СОТРУДНИКИ!



Поздравляю вас с 65-летием Ижевского государственного технического университета имени М.Т.Калашникова.

Мой путь в ряды студентов тогда еще Ижевского механического института во многом определил совет моего земляка Б.В. Саушкина, одного из первых преподавателей этого вуза. Заметив, что я интересуюсь конструкцией охотничьего оружия моего отца, Борис Владимирович рекомендовал получить инженерное образование. Я прислушался к его словам, поступил в ИМИ, получил хорошие знания по оружейной тематике, которые в дальнейшем помогли мне заниматься любимым делом и создать авторскую конструкцию пистолета, принятого на вооружение Российской армии.

Сегодня как приглашенный эксперт я регулярно наблюдаю за выпускниками ИжГТУ на защите дипломных проектов, с некоторыми работаю на производстве. Считаю, что многие из них – образованные инженеры со здоровыми амбициями, желанием сказать и свое слово в нашей профессии. Некоторым в какой-то мере уже удалось это сделать.

Желаю, чтобы в ИжГТУ еще на долгие годы сохранился тот сплав мудрости и молодости, который уже более полувека позволяет готовить грамотные кадры для нашего города оружейников.

*В.А. Ярыгин*

## ДОРОГИЕ КОЛЛЕГИ!



Рад случаю приветствовать профессорско-преподавательский коллектив ИжГТУ, его учёных и студентов с 65-летием. Быстро бежит время. Казалось бы совсем недавно в 1977-ом году мы отмечали 25-летие ИМИ, а уже наступило 65-летие. Наш вуз растёт и развивается. Давно взята высокая планка "авторитетной кузницы инженерных кадров" и теперь важно не только удерживать достигнутый уровень, но и продвигаться успешно вперёд. Научно – педагогический коллектив ИжГТУ отвечает этим требованиям и способен результативно трудиться в современных условиях. Желаю и преподавателям университета, и учёным, и студентам доброго здоровья и успехов одним в работе, другим в учёбе.

С уважением академик РАН  
*М.И. Якимович* А.М. Липанов.

## ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!



Поздравляю всех с 65-летием нашего родного университета! За столь короткое для вуза время из небольшого провинциального института он превратился в крупный университет, кузницу кадров не только своего региона, но и всей страны, культурный и интеллектуальный центр города и республики. Наш университет, как и любой другой – это в первую очередь его люди. Не случайно, упоминая имена самых великих учёных или деятелей искусства, как правило, говорят - он ученик такого-то... Мы гордимся, что наши выпускники могут с гордостью повторить эту фразу, вспоминая своих учителей, с которыми они встретились в стенах нашего университета. С праздником!

*Якимович* Б.А.Якимович

ДЛЯ СПРАВКИ

**Якимович Борис Анатольевич** – д.т.н., профессор, ректор ИжГТУ с 2007 года

**Липанов Алексей Матвеевич** – д.т.н., профессор, действительный член РАН, ректор ИМИ (1975–1983 гг.)

**Ярыгин Владимир Александрович** – выпускник ИМИ (1973 г.), автор принятого на вооружение в Российской армии пистолета ПЯ (Пистолет Ярыгина), Заслуженный конструктор РФ

**Скиданов Александр Владимирович** – выпускник ИжГТУ (2007 г. – бакалавриат, 2009г. – магистратура), медалист Чемпионатов мира по спортивному программированию среди студенческих команд ACM ICPC (2005 г. – бронза, 2008 г. – золото)

# В ГАРМОНИИ С ПРИРОДОЙ

*Древнее латинское слово «кампус» (campus) изначально обозначало «поле», «открытое пространство» и, наверное, это в какой-то мере символично, поскольку сегодня кампусом принято называть то место, где соединяются наука, промышленность и образование. Создание подобных современных научно-образовательных университетских центров - не новая идея. Самый первый вузовский кампус - это территория Принстонского университета в XVIII веке. Аналоги таких центров, комплексов с гибкой инновационно-производственной, научно-образовательной, социально-культурной инфраструктурой, известны по всему миру. В последние годы это крупнейшие зарубежные проекты Колледжа Купер-Юнион в Нью-Йорке или учебный центр Роллекс Федеральной политехнической школы Лозанны, а в России - новые кампусы федеральных университетов на острове Русский, в Казани, в Красноярске и т. д.*







**С**туденческий городок на окраине Ижевска, где сегодня располагается ИжГТУ, - это кампус, который начал формироваться в 1960-х годах, когда тогда еще Ижевский механический институт стал активно развиваться. Зеленая зона, новые корпуса, современные по тем временам лаборатории, стадион, общежития. Там учились, проводили эксперименты, создавали новые научные направления.

Сегодня жизнь ставит новые задачи. Институт стал техническим университетом, широкую практику получило сетевое взаимодействие вузов. Многие научные открытия делаются на стыке наук, а связь с реальным сектором экономики осуществляется через инжиниринговые центры. В этих условиях в ИжГТУ имени М.Т.Калашникова несколько лет назад всерьез задумались об экологическом кампусе. В основе — анализ опыта ведущих мировых университетов и перспектив собственного развития технического университета. Проект студенческого городка уже получил поддержку руководства республики, а во время проведения Дней Уд-

муртии в Москве его представили в Совете Федерации и Государственной Думе.

Предполагается, что кампус будет находиться в рекреационной зоне Нечкино, расположенной на живописном берегу реки Кама. Это место считается удачным с учетом его транспортной доступности (аэропорт, железная дорога, федеральная автотрасса) и равноудаленности от крупных промышленных центров: городов Ижевск, Сарапул, Воткинск и Чайковский.

На первый взгляд, технические лаборатории на территории городка и рекреационная зона, где кампус будет располагаться, несовместимы. Но анализ показывает, что просто нужно искать решения, которые улучшают экологию, базируются на энерго- и ресурсосберегающих технологиях.

Есть всего две простых мысли, которые могут показаться очевидными, но являются основополагающими для самой идеи кампуса технического университета. Во-первых, кампус для инженерной подготовки должен идти от простой фразы: «от природы к технике». Сегодня задача



подготовки инженеров решается совершенно иным способом, фактически совершенствованием и улучшением того, что изобретено и открыто еще в 19-м – начале 20 века (основные физические законы, технологические принципы и т. д.). Конечно, при этом мы пользуемся новейшими, пусть и невиданными прежде инструментами — компьютерными технологиями. Наверное, принципиально новым инженерным уровнем можно сейчас считать и бурно развивающиеся нанотехнологии. Тем не менее, прогресс идет от познания, и природа остается нашим неисчерпаемым ресурсом, совершенной лабораторией и лучшим учебным классом. Чтобы

двигаться дальше, нам стоит обернуться, посмотреть на нее внимательно — именно поэтому мы видим свой кампус несколько отделенным от урбанистической цивилизации с ее суетой, проблемами и замкнутостью на повседневной жизни социума.

И второе — важнейшее предназначение кампуса технического университета — это подготовка не только к вызовам сегодняшнего дня, или даже завтрашним перспективам производства и общества, но и к профессиям отдаленного будущего — тем специальностям, которые будут востребованы в течение 50-ти, а, может быть, и ста лет.

Составными структурными подразделени-



ями кампуса будут Инжиниринговый центр ИжГТУ, лаборатории, а также «Экологический парк». Там будет вестись отработка экологических проектов и технологий, их внедрение в реальный сектор экономики путем использования возобновляемых источников энергии, применения солнечных батарей и ветрогенераторов, разработки перспективных накопителей энергии, получения энергии из возобновляемого ресурса — биомассы, агробιοтехнологий, разработки и производства беспилотных и роботизированных систем в интересах охраны и защиты окружающей среды, биореакторов непрерывного действия для утилизации органи-

ческих отходов и т. д.

Структура кампуса основана на принципе полной локализации всех учебных, исследовательских, социальных, рекреационных и технических процессов внутри университетского городка. Для студентов и преподавателей построят общежития и многоквартирные дома, для гостей и приглашенных специалистов — таунхаусы. Будут в кампусе культурные и спортивные объекты — залы для фитнеса, легкой и тяжелой атлетики, силовых единоборств, тенниса, волейбола и других видов спорта

*Б.А.Якимович,  
ректор ИжГТУ имени М.Т.Калашникова*

# АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА НАСТУПАЕТ

*Сегодня практически вся электроэнергия вырабатывается на тепловых, атомных и гидроэлектростанциях. Все они в той или иной мере не считаются оптимальными, поэтому постоянно идет разработка других, менее используемых способов производства электричества, так сказать, нетрадиционных методов. Речь идет об использовании таких неиссякаемых источников энергии природы, как энергия ветра и солнца. Задача в том, как преобразовать ее в нужную людям электрическую энергию.*



## ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГИЯ

Энергия движущихся воздушных масс огромна. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты. Ветры, дующие на просторах нашей страны, могли бы легко удовлетворить все ее потребности в электроэнергии! Климатические условия позволяют развивать ветроэнергетику на огромной территории – от наших западных границ до берегов Енисея. Богаты энергией ветра северные районы

страны вдоль побережья Северного Ледовитого океана, где она особенно необходима мужественным людям, обживающим эти богатейшие края. Почему же столь обильный, доступный да и экологически чистый источник энергии так слабо используется?

Сейчас созданы самые разнообразные прототипы ветроэлектрических генераторов (точнее, ветродвигателей с электрогенераторами). В основе принципа работы любого из них – преобразование

механической энергии в электрическую. В проектировании установки самая трудная проблема состояла в том, чтобы при разной силе ветра обеспечить одинаковое число оборотов пропеллера. Ведь при подключении к сети генератор должен давать не просто электрическую энергию, а только переменный ток со стандартной частотой 50 Гц. Поэтому угол наклона лопастей по отношению к ветру регулируют за счет поворота их вокруг продольной оси: при сильном ветре этот угол острее, воздушный поток свободнее обтекает лопасти и отдает им меньшую часть своей энергии. Помимо регулирования лопастей весь генератор автоматически поворачивается на мачте против ветра.

Ветроэлектрические станции преимущественно вырабатывают постоянный ток. Ветряное колесо приводит в движение динамо-машину – генератор электрического тока, который одновременно заряжает параллельно соединенные аккумуляторы. Аккумуляторная батарея автоматически подключается к генератору в тот момент, когда напряжение на его выходных клеммах становится больше, чем на клеммах батареи, и также автоматически отключается при противоположном соотношении.

При использовании ветра возникает серьезная проблема: избыток энергии в ветреную погоду и недостаток ее в периоды безветрия. Как же накапливать и сохранить впрок энергию ветра? Простейший способ состоит в том, что ветряное колесо движет насос, который накачивает воду в расположенный выше резервуар, а потом вода, стекая из него, приводит в действие водяную турбину и генератор постоянного или переменного тока. Существуют и другие варианты: от обычных, хотя и маломощных аккумуляторных батарей до раскручивания гигантских маховиков или нагнетания сжатого воздуха в подземные пещеры и вплоть до производства водорода в качестве топлива. В последнем способе электрический ток от ветроагрегата разлагает воду на кислород и водород. Водород можно хранить в сжиженном виде и сжигать в топках тепловых электростанций по мере надобности.

В небольших масштабах ветроэлектрические станции нашли применение несколько десятилетий назад. Самая крупная из них мощностью 1250

kВт давала ток в сеть электроснабжения американского штата Вермонт непрерывно с 1941 по 1945 г. Однако после поломки ротора опыт прервался – ротор не стали ремонтировать, поскольку энергия от соседней тепловой электростанции обходилась дешевле. По экономическим причинам прекратилась эксплуатация ветроэлектрических станций и в европейских странах.

Сегодня ветроэлектрические агрегаты надежно снабжают током нефтяников; они успешно работают в труднодоступных районах, на дальних островах, в Арктике, на тысячах сельскохозяйственных ферм, где нет поблизости крупных населенных пунктов и электростанций общего пользования.

Широкому применению ветроэлектрических агрегатов в обычных условиях пока препятствует их высокая себестоимость. Вряд ли требуется говорить, что за ветер платить не нужно, однако машины, нужные для того, чтобы запрыгнуть его в работу, обходятся слишком дорого.

## ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА

В традиционной энергетике энергия солнца используется косвенно, через многие промежуточные превращения: уголь, нефть, природный газ суть не что иное, как «законсервированная» солнечная энергия. Она заключена в этом топливе с незапамятных времен; под действием солнечного тепла и света на Земле росли растения, накапливали в себе энергию, а потом в результате длительных процессов превратились в употребляемое сегодня топливо. Заманчиво было бы исключить превращения солнечной энергии в органическое топливо и найти способ непосредственно преобразовывать тепловое и световое излучение Солнца, падающее на Землю, в механическую или электрическую энергию.

Солнечная энергетика – одно из наиболее перспективных направлений развития возобновляемых источников энергии. По оценкам специалистов к 2100 году солнце станет доминирующим источником энергии на планете. Во многих странах солнечная энергетика получила активную государственную поддержку и стремительно развивается.

По используемому принципу преобразования солнечной энергии солнечные энергоустанов-

ки делятся на фотоэлектрические, реализующие метод прямого (безмашинного) преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью фотоэлектрических преобразователей (ФЭП, или «солнечная батарея», «солнечный модуль»), и термодинамические, в которых солнечная энергия преобразуется сначала в тепло, которое в термодинамическом цикле тепловой машины, в свою очередь, преобразуется в механическую энергию, а затем в генераторе – в электрическую. Наиболее широкое распространение в мире получили именно солнечные фотоэлектрические установки (СФЭУ).

Есть несколько способов преобразования солнечной энергии в солнечных энергоустановках. Термодинамический способ состоит в преобразовании солнечной энергии сначала в тепло, затем в механическую энергию, и наконец – в электрическую. Впервые это было реализовано в устройстве, которое продемонстрировал в конце XIX века на Всемирной выставке в Париже изобретатель О. Мушо. Солнечная энергия была источником тепла: большое вогнутое зеркало фокусировало солнечные лучи на паровом котле, который приводил

в движение печатную машину, делавшую по 500 оттисков газеты в час. Через несколько лет в Калифорнии построили действующий по такому же принципу конический рефлектор в паре с паровой машиной мощностью 15 л. с.

Поскольку энергия солнечного излучения распределена по большой площади, любая установка для термодинамического использования солнечной энергии должна иметь собирающее устройство (коллектор) с достаточной поверхностью. Простейшее устройство такого рода – черная плита, хорошо изолированная снизу. Она прикрыта стеклом или пластмассой, которая пропускает свет, но не пропускает инфракрасное тепловое излучение. В пространстве между плитой и стеклом чаще всего размещают черные трубки, через которые текут вода, масло, ртуть, воздух, сернистый ангидрид и т. п. Солнечное излучение, проникая через стекло или пластмассу в коллектор, поглощается черными трубками и плитой и нагревает рабочее вещество в трубках. Тепловое излучение не может выйти из коллектора, поэтому температура в нем значительно выше, чем температура окружающего воздуха. Но чем дальше от тропиков, тем





менее эффективен горизонтальный коллектор, а поворачивать его вслед за Солнцем слишком трудно и дорого. Поэтому такие коллекторы, как правило, устанавливают под определенным оптимальным углом к югу.

Более сложным и дорогостоящим коллектором является вогнутое зеркало, которое сосредоточивает падающее излучение в малом объеме около определенной геометрической точки – фокуса. Отражающая поверхность зеркала выполнена из металлизированной пластмассы либо составлена из многих малых плоских зеркал, прикрепленных к большому параболическому основанию. Благодаря специальным механизмам коллекторы такого типа постоянно повернуты к Солнцу – это позволяет собирать возможно большее количество солнечного излучения.

По мнению специалистов, наиболее привлекательной идеей относительно преобразования солнечной энергии является способ преобразования солнечной энергии путем использования фотоэлектрического эффекта в полупроводниках.

Фотогальванический эффект открыл в далеком 1839 году Александр Эдмон Беккерель. Спустя 44 года Чарльзу Фриттсу удалось сконструировать первый модуль с использованием солнечной энергии, а основой для него послужил селен, покрытый тончайшим слоем золота. Ученый установил, что

такое сочетание элементов позволяет, хоть и в минимальной степени (около 1%), преобразовывать энергию солнца в электричество. Поэтому именно 1839 год принято считать годом рождения эры солнечной энергетики. Однако так думают не все: в научном свете бытует мнение, что «отцом» эпохи солнечной энергии является не кто иной, как сам Альберт Эйнштейн. В 1921 году Эйнштейн был удостоен Нобелевской премии и не за обоснование сформулированной им теории относительности, а именно за объяснение законов внешнего фотоэффекта.

За это время развитие отрасли переживало то резкие подъемы, стимулированные учеными, инвестициями частных и государственных структур, то горькие падения, заставившие общество забыть о «солнечных технологиях» на годы.

Главная проблема электростанций на солнечных батареях – их низкая эффективность. Для примера электростанция на солнечных батареях вблизи экватора с суточной выработкой 500 МВт•ч (примерно столько энергии вырабатывает довольно крупная ГЭС) при к.п.д. 10% потребовала бы эффективной поверхности около 500000 м<sup>2</sup>. Ясно, что такое огромное количество солнечных полупроводниковых элементов может окупиться только тогда, когда их производство будет действительно дешево. Эффективность солнечных