



# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАЗВОРОТ К СОЛНЦУ

*В условиях, когда использование углеводородов несет экологические риски, их месторождения истощаются, а мировые цены на них нестабильны, многие страны стремятся обеспечить свою энергобезопасность с опорой на возобновляемые ресурсы.*

*Солнце — мощный и практически неисчерпаемый ресурс. Общий поток солнечной энергии за год составляет около 100 трлн тонн в нефтяном эквиваленте, что в 10 тысяч раз больше всего энергопотенциала Земли. В мире все более заметно развивается гелиоэнергетика, включающая производство электричества (фотовольтаика и системы концентрирования энергии Солнца) и тепла (солнечные коллекторы: плоские, трубчатые вакуумированные и воздушные).*

*Несмотря на впечатляющие перспективы развития солнечной энергетики (только за последние три года суммарные установленные мощности солнечных батарей выросли более чем в 3,5 раза), объем вырабатываемой таким образом энергии еще невелик по сравнению с другими источниками, что связано с относительно высокой стоимостью ее генерации. Снизить ее можно за счет использования тонкопленочных фотоэлементов, плоских солнечных коллекторов и гибридных солнечно-ветровых установок. Этим трем перспективным направлениям технологических разработок посвящен данный выпуск информационного бюллетеня.*

Трендлеттер выходит 2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- Рациональное природопользование
- Информационно-коммуникационные технологии
- Новые материалы и нанотехнологии
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- **Энергоэффективность и энергосбережение**

В следующем номере:

Рациональное природопользование

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики ([issek.hse.ru](http://issek.hse.ru)) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлеттера использовались следующие источники: Прогноз научно-технологического развития РФ до 2030 года ([prognoz2030.hse.ru](http://prognoz2030.hse.ru)), материалы научного журнала «Форсайт» ([foresight-journal.hse.ru](http://foresight-journal.hse.ru)), данные Web of Science, Orbit, [shell.com](http://shell.com), [iea.org](http://iea.org), [ren21.net](http://ren21.net), [apricum-group.com](http://apricum-group.com), [solarpraxis.de](http://solarpraxis.de), [his-renewables.de](http://his-renewables.de), [iea-shc.org](http://iea-shc.org), [fraunhofer.de](http://fraunhofer.de), [reiner-lemoine-institut.de](http://reiner-lemoine-institut.de), [renewableenergyworld.com](http://renewableenergyworld.com), [vie-conf.ru](http://vie-conf.ru), [aee-intec.at](http://aee-intec.at), [roft.ru](http://roft.ru) и др.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в Институте статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ: [issek@hse.ru](mailto:issek@hse.ru), +7 (495) 621-82-74.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2015

Над выпуском работали:

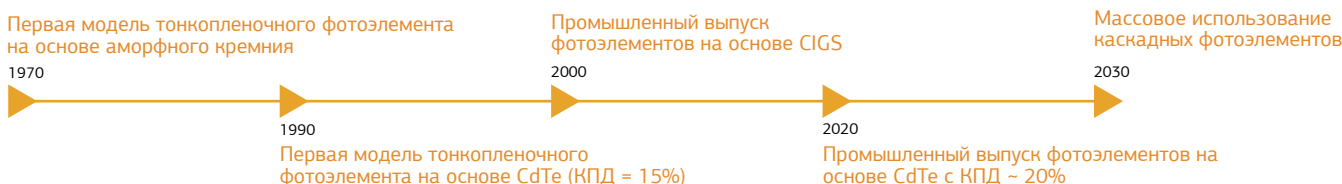
Варвара Акимова, Илья Кузьминов, Анна Соколова, Надежда Микова, Елена Гутарук, Карина Назаретян, Ким Воронин.

## ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ

*В современной фотовольтаике чаще всего используются поликремниевые солнечные панели. При достаточно высоком коэффициенте преобразования энергии, они дороги в производстве и требуют большого количества исходного материала (моно- или поликристаллического кремния). Более экономичной альтернативой могут стать тонкопленочные солнечные панели.*

Тонкопленочные солнечные панели представляют собой дешевые гибкие фотоэлементы большой площади, в которых полупроводник (аморфный кремний или другие материалы) осаждается слоем толщиной около 1 микрона на подложку из стекла или стали. Такие панели могут быть полупрозрачными и прозрачными, функционировать при рассеянном излучении и вырабатывать большую суммарную мощность (на 10–15%), чем традиционные моно- или поликремниевые панели. Их можно будет покупать в рулонах (как ткань или обои), размещать на зданиях и архитектурных формах, любом транспортном средстве на электрической тяге (самолетах, лодках, автомобилях и др.).

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: РАЗВИТИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ



### ЭФФЕКТЫ

Экономия денежных средств в процессе производства энергии в размере 0,4–0,9 доллар/Ватт (стоимость генерации для кремниевой панели составляет 1,4 долларов/Ватт, для тонкопленочной — 0,5–1 доллар/Ватт).

Развитие гелиоэнергетики в регионах с туманным, пасмурным климатом и на производствах с высоким содержанием в воздухе вредных макрочастиц.

Уменьшение выбросов углекислого газа в атмосферу.

### ОЦЕНКИ РЫНКА

7%

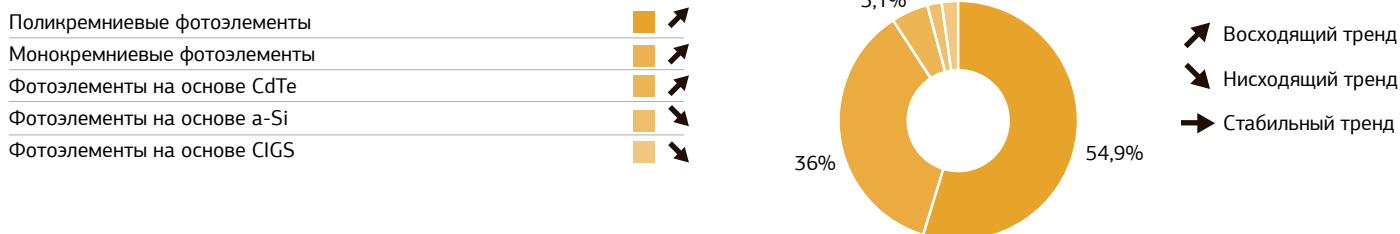
будет составлять доля тонкопленочных панелей на мировом рынке солнечной энергетики до 2019 г. Самыми востребованными могут стать фотоэлементы на базе CdTe и CIGS, которые будут постепенно вытеснять технологию с использованием аморфного кремния. К 2020 г. объемы производства панелей на основе аморфного кремния упадут вдвое.

Вероятный срок максимального проявления тренда: 2020–2030 гг.

### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ⬆️ Необходимость в электрификации сельских или труднодоступных районов.
- ⬆️ Возможность незаметной интеграции тонкопленочных фотоэлементов в здания.
- ⬇️ Относительно высокая стоимость энергии, генерируемой солнечными панелями, по сравнению с традиционными источниками.
- ⬇️ Зависимость от числа солнечных дней в году и интенсивности светового потока.
- ⬇️ Относительно невысокая эффективность преобразования энергии.

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ДОЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ НА РЫНКЕ ФОТОВОЛЬТАИКИ В 2013 Г.



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Возможность альянсов»: наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами.

## ПЛОСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Для получения солнечной тепловой энергии используются различные технологические решения. Одно из самых распространенных — вакуумированные солнечные коллекторы, на которые приходится более 60% производимой в мире солнечной тепловой энергии. Однако они должны устанавливаться под определенным углом для снижения энергопотерь, а очищение их рабочей поверхности требует дополнительных затрат на протяжении всего срока эксплуатации. Минимизировать расходы можно благодаря плоским солнечным коллекторам, для которых характерно более оптимальное сочетание цены и качества (инвестиции, как правило, окупаются за пять лет).

Плоский коллектор представляет собой теплоизолированный металлический ящик, куда помещена окрашенная в черный цвет пластина абсорбера (поглотителя), изготовленного из металла, который хорошо проводит тепло (чаще всего это медь или алюминий). Ящик имеет стеклянную или пластмассовую крышку — прозрачную либо матовую, для снижения потерь тепла. Солнечный свет проходит через остекление и попадает на пластину-поглотитель. Она нагревается, и солнечное излучение превращается в тепловую энергию.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: РАЗВИТИЕ ПЛОСКИХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ



### ЭФФЕКТЫ

Значительно более низкие расходы на эксплуатацию плоских солнечных коллекторов.

Более низкие тарифы на тепло, чем в единой теплосети.

Независимость гелиосистем индивидуального потребления от политики государственных энергокомпаний.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду вследствие использования экологически чистого источника энергии.

### ОЦЕНКИ РЫНКА

# 3500 ГВт

может достичь к 2050 г. суммарная установленная мощность солнечных коллекторов в мире.

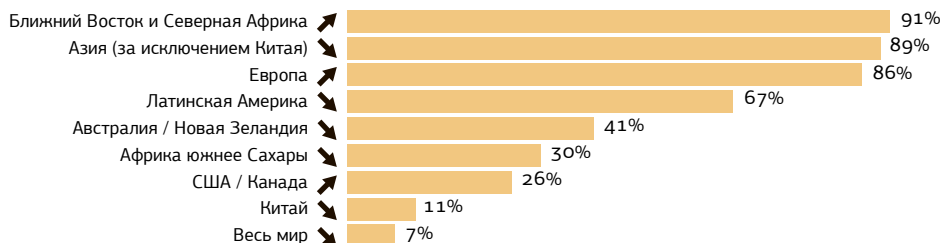
24 млрд тонн в нефтяном эквиваленте может составить к 2020 г. общий объем солнечного теплоснабжения в Европейском союзе (1,5% от всего объема производимой энергии).

Вероятный срок максимального проявления технологического тренда: 2020–2030 гг.

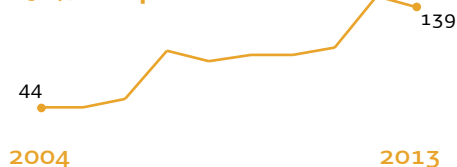
### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ⬆️ Возможность установки плоских коллекторов под любым углом, что позволяет снизить оптические потери и эксплуатационные затраты.
- ⬆️ Выгодное соотношение цена / производительность для стран с теплым климатом.
- ⬇️ Конкуренция со стороны дешевых китайских вакуумированных коллекторов.
- ⬇️ Относительно высокая стоимость по сравнению с электронагревателями.
- ⬇️ Низкая работоспособность в холодное время года, сложность установки и эксплуатации, а также большие теплопотери и высокая парусность (препятствие ветру).

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: ДОЛЯ ПЛОСКИХ ОСТЕКЛЕННЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА РЫНКЕ ЖИДКОСТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ПО РЕГИОНАМ В 2014 Г.



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

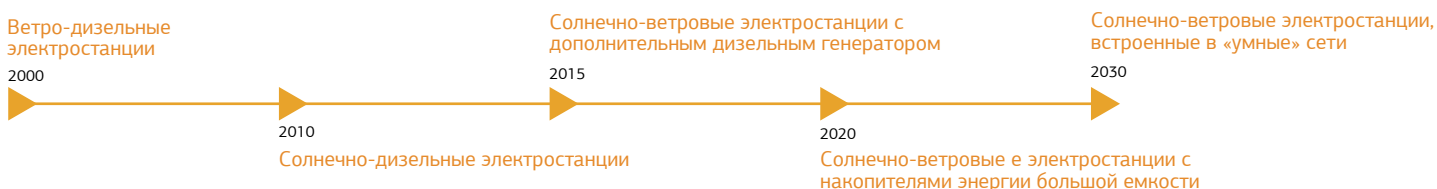
«Задель»: наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований.

## ГИБРИДНЫЕ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВЫЕ УСТАНОВКИ

Ученые во всем мире активно работают над повышением эффективности преобразования энергии солнца и ветра в электричество (сейчас КПД солнечных панелей уже превышает 30%, а ветрогенераторов — 45%) и ищут оптимальную модель комбинирования этих двух технологий. В большинстве районов солнечная радиация и ветер находятся в противофазе (то есть когда светит яркое солнце, обычно нет ветра, и наоборот), благодаря чему может достигаться бесперебойное производство тепловой и электрической энергии.

Для обеспечения стабильной выработки энергии в рамках годового и суточного цикла создаются гибридные электростанции, использующие несколько возобновляемых источников. Наиболее популярны сегодня солнечно-ветровые установки, представляющие собой комбинацию солнечных панелей с ветрогенераторами и часто дополненные дизельным генератором (автоматически запускается при падении уровня выработки энергии, например, при отсутствии ветра и солнца в ночное время суток). Они являются более успешной заменой газотурбинных установок малой мощности, мазутных котельных и дизельных генераторов, особенно расположенных в зоне децентрализованной энергетики.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ: ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВЫХ УСТАНОВОК



### ЭФФЕКТЫ

Бесперебойное (в течение 20–25 лет без замены или капитального ремонта оборудования) обеспечение энергией изолированных потребителей (промышленных предприятий и поселков, в том числе в условиях Арктики и в горной местности, удаленных сельскохозяйственных организаций и охотхозяйств, курортов).  
Снижение вредных выбросов в атмосферу и сокращение потребности в дорогостоящем «северном завозе» (сезонных поставках топлива в удаленные поселки зоны Крайнего Севера и приравненных к ним территорий).

### ОЦЕНКИ РЫНКА

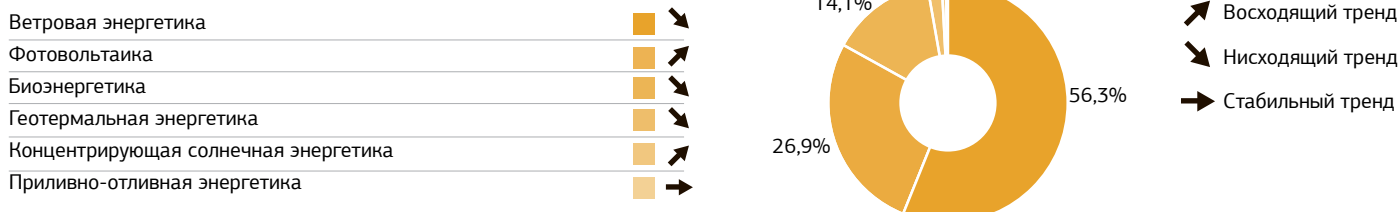
\$65 млрд

может составить к 2020 г. мировой рынок гибридных солнечно-ветровых установок, дополненных дизельным генератором. Их использование позволит увеличить к 2035 г. долю возобновляемых источников в производстве электроэнергии с 5% до 15%. Наибольшей популярностью они будут пользоваться у индивидуальных потребителей и в сфере сельского хозяйства. Вероятный срок максимального проявления тренда: 2025–2030 гг.

### ДРАЙВЕРЫ И БАРЬЕРЫ

- ⬆️ Необходимость снижения себестоимости электроэнергии, чтобы обеспечить конкурентоспособность национальной промышленности.
- ⬆️ Необходимость сокращения издержек на завоз топлива в зоны децентрализованной энергетики и поддержания постоянного выходного напряжения в автономной электросети.
- ⊘ Дефицит редкоземельных металлов, необходимых для производства ветрогенераторов.
- ⊘ Недостаточно развитая технология хранения больших объемов производимой энергии.

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ: СУММАРНЫЕ УСТАНОВЛЕННЫЕ МОЩНОСТИ МИРОВОЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В 2014 Г.



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПАТЕНТНЫЕ ЗАЯВКИ



### УРОВЕНЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

«Задель»: наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований.