



Expert Meeting «Roadmaps on Development and Market
Introduction of Technologies for Renewables:
Situation in Russia and the World»

21 июня 2011 г.

**РЕСУРСНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

д.т.н. О.С. Попель

ОИВТ РАН

E-mail: [O Popel@oivtran.ru](mailto:O.Popel@oivtran.ru); Тел: (495)484-23-74



**Joint Institute for High Temperatures
Russian Academy of Sciences**



СОДЕРЖАНИЕ

1. Достоинства и недостатки солнечной энергии
2. Ресурсы солнечной энергии в России:
традиционные представления и реальность
3. Перспективные направления использования
солнечной энергии с учетом особенностей
России

СОВРЕМЕННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОРЕСУРСЫ



Солнечная энергия – основа энергетики Земли и большинства других первичных источников энергии (ветер, гидро, биомасса и др.)

Современная антропогенная энергетика – 1/10000 от поступления солнечной энергии на поверхность Земли

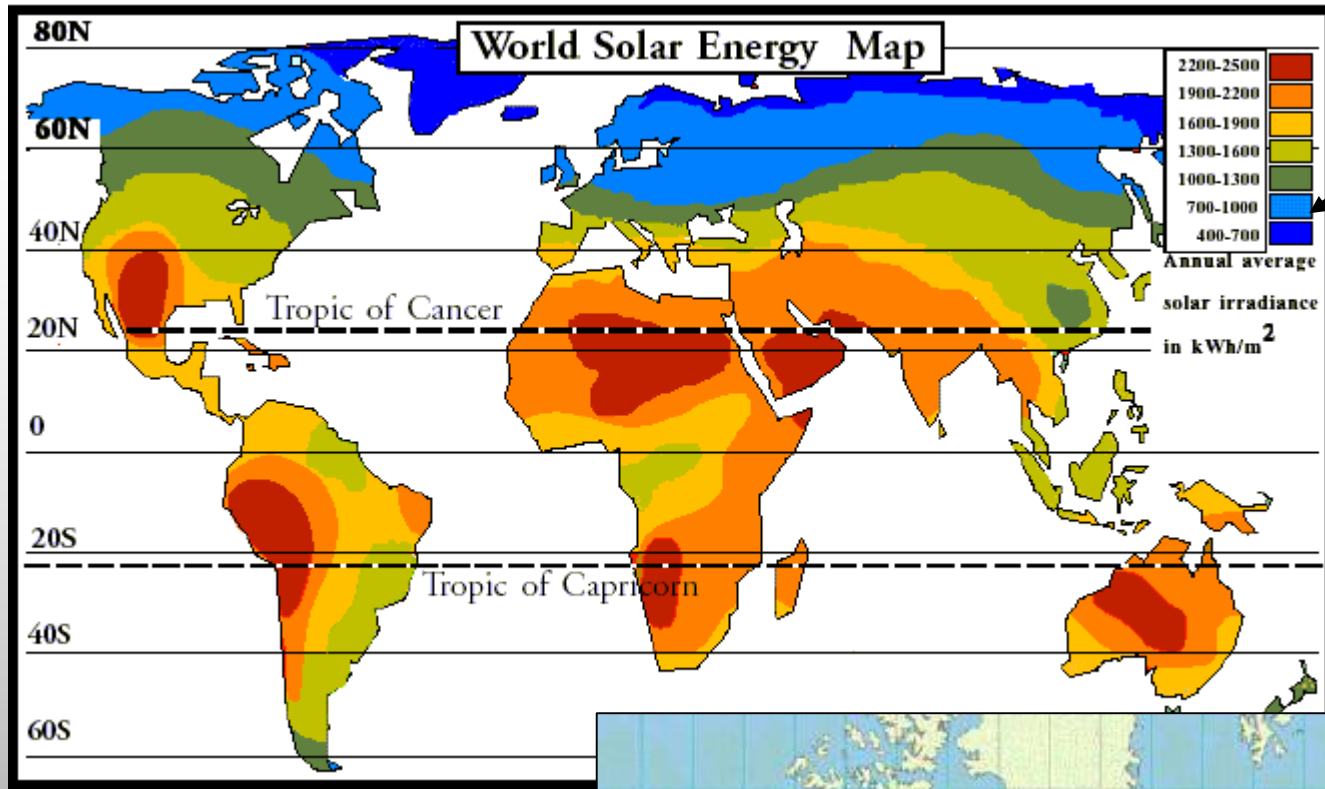
ДОСТОИНСТВА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ:

- неисчерпаемость, экологичность, повсеместная доступность;
- высокое термодинамическое качество: возможность преобразования (прямого, в термодинамических, термо- и фото-химических циклах) В ПОЛЕЗНЫЕ ВИДЫ ЭНЕРГИИ (тепло, электроэнергия, синтез новых материалов и энергоносителей, лазерное излучение и т.п.) С ВЫСОКИМ КПД.

пример: возможность концентрации солнечного излучения с получением температур до 3000-4000°C

НЕДОСТАТКИ:

- низкая плотность энергетического потока ($\sim 1 \text{ кВт/м}^2$ в ясный полдень и $150\text{-}250 \text{ Вт/м}^2$ в среднем по году);
- суточная, сезонная, погодная нестабильность,
- как следствие – высокие затраты на оборудование (приемники, аккумуляторы и т.п.) и высокая стоимость генерируемой энергии;
- возможность концентрирования только прямой составляющей солнечного излучения (SolarPACES технологии);
- зависимость от географических координат.

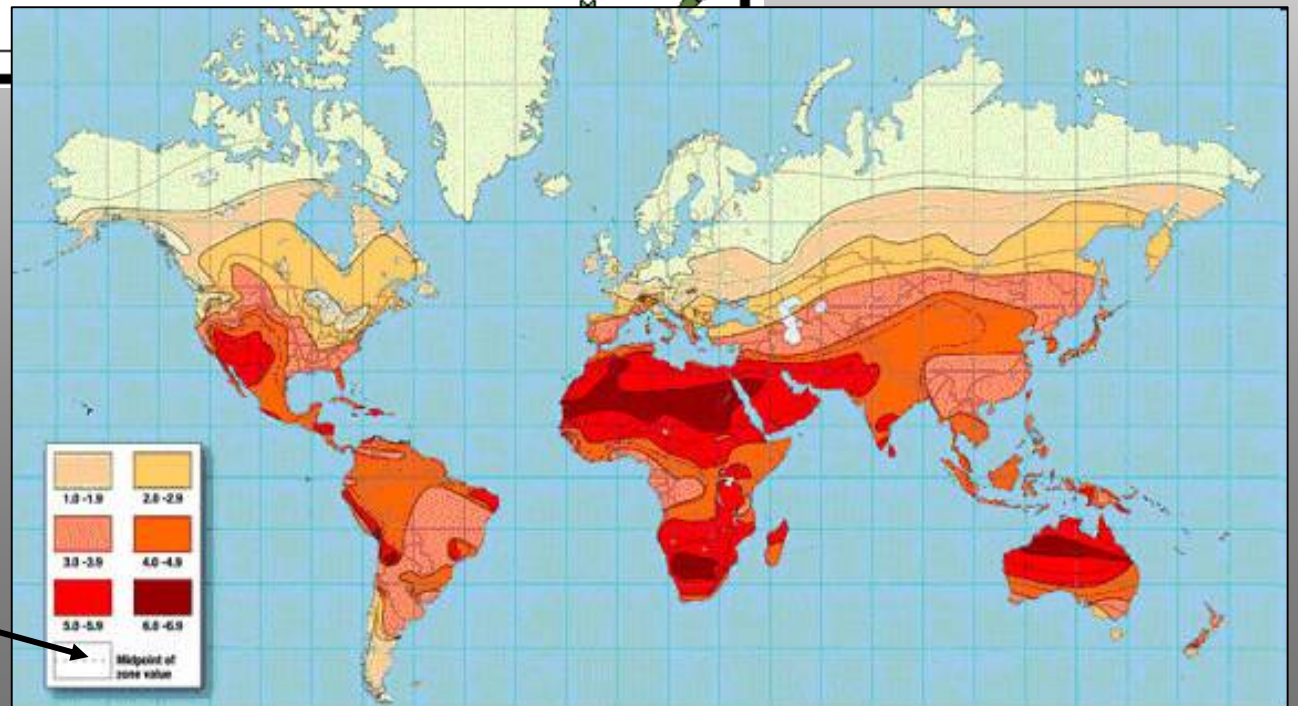


< 1MWh/(m²y)

Типичные карты
мирового распределения
ресурсов солнечной
энергии в Интернете

Россия –
бесперспективный
для практического
использования
солнечной энергии
регион ?!

< 1kWh/(m²day)



Приведенные карты вводят в заблуждение!!!

Так ли безнадежны районы, расположенные в средних и высоких широтах, с точки зрения снижения ресурсов солнечной энергии для ее возможного эффективного использования?

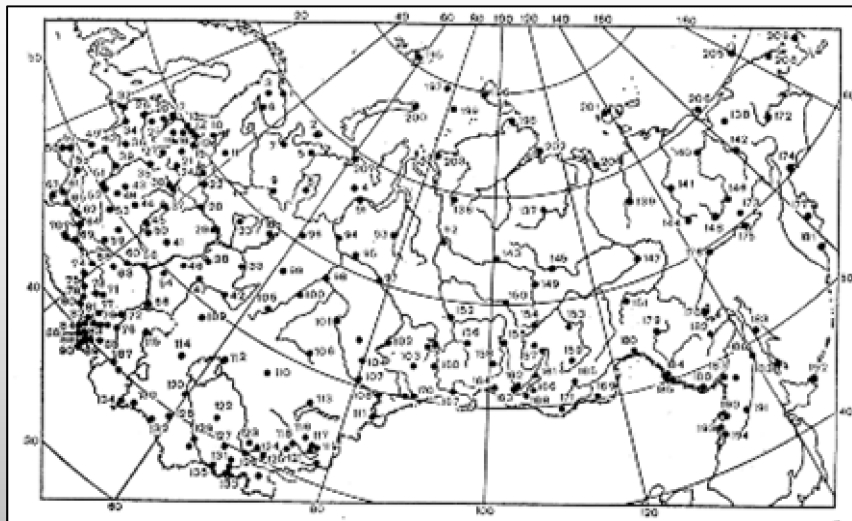
Рассмотрим проблему более внимательно.

1. Суммарные продолжительности дней и ночей для любой географической точки земного шара за год одинаковы! Т.о. с точки зрения суммарной за год продолжительности солнечного сияния географическое положение не имеет значения. С ростом широты увеличивается продолжительность солнечного сияния в теплое полугодие и сокращается в холодное полугодие. Если бы атмосфера отсутствовала, то поступление энергии солнечного излучения на ориентированную на Солнце следящую ед. поверхность за год для любой точки З.Ш. было бы одинаково.
2. Основная причина снижения прихода солнечной энергии – поглощение и рассеивание солнечного излучения в атмосфере. В более высоких широтах длина пути солнечного луча в атмосфере к земной поверхности больше и потери потенциально больше.
3. Крайне важен выбор ориентации приемника для максимального «сбора» солнечной энергии! Максимум – для следящего приемника, для неподвижного – оптимальный угол наклона к горизонту!

На приведенных картах – излучение на горизонтальную площадку!

Какова реальная ситуация с ресурсами солнечной энергии на территории России?

Трудности с объективными данными измерений



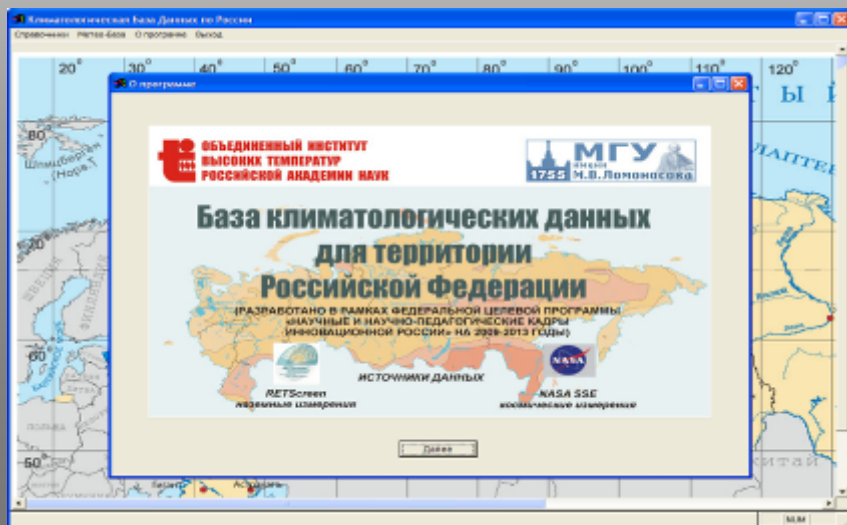
Актинометрические станции на территории бывшего СССР

Среднее расстояние между станциями:

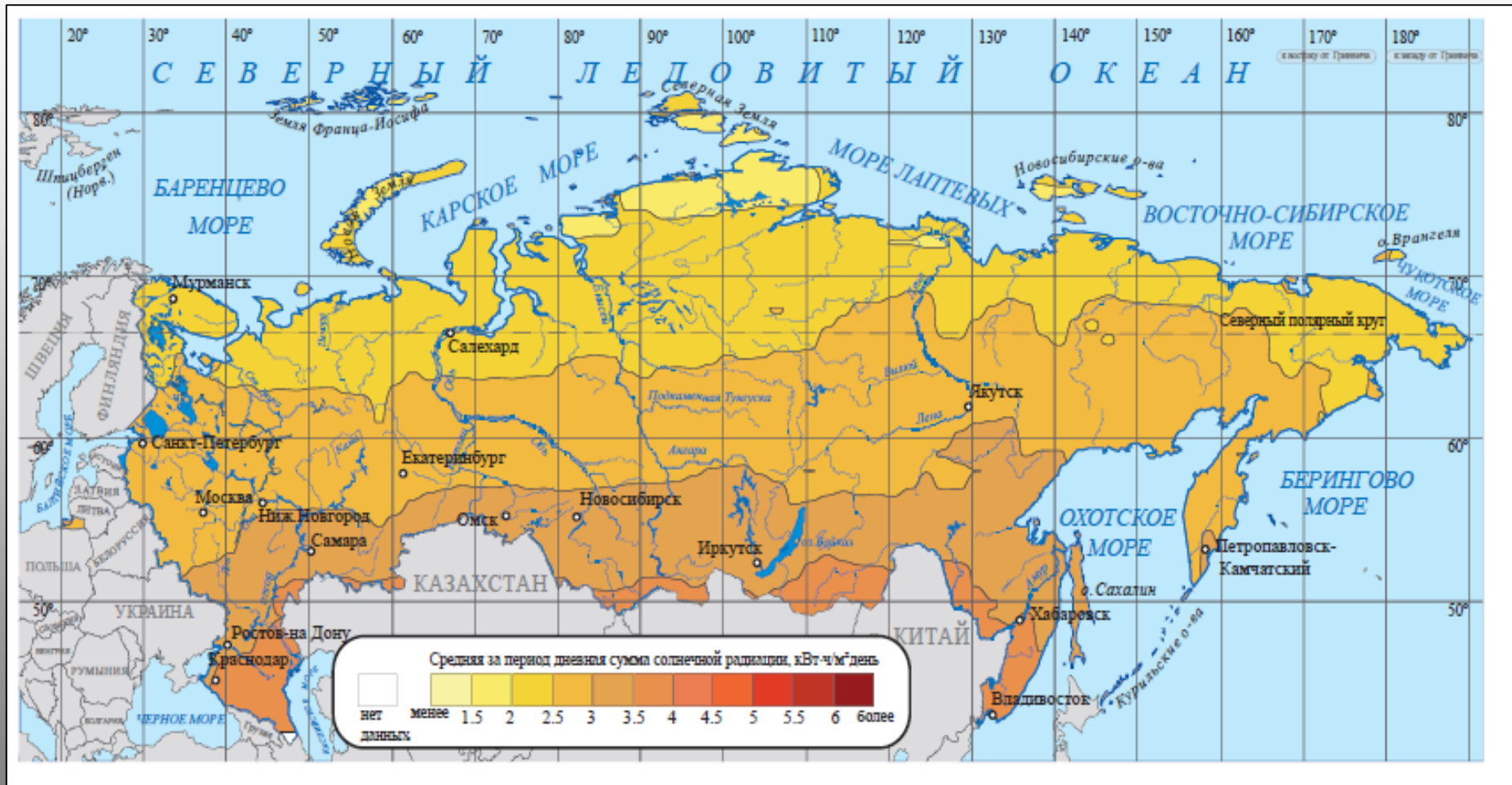
- в Европейской части – ок. 500 км
- в Азиатской части – более 1000 км

Возможность экстраполяции с приемлемой точностью – < 100 км

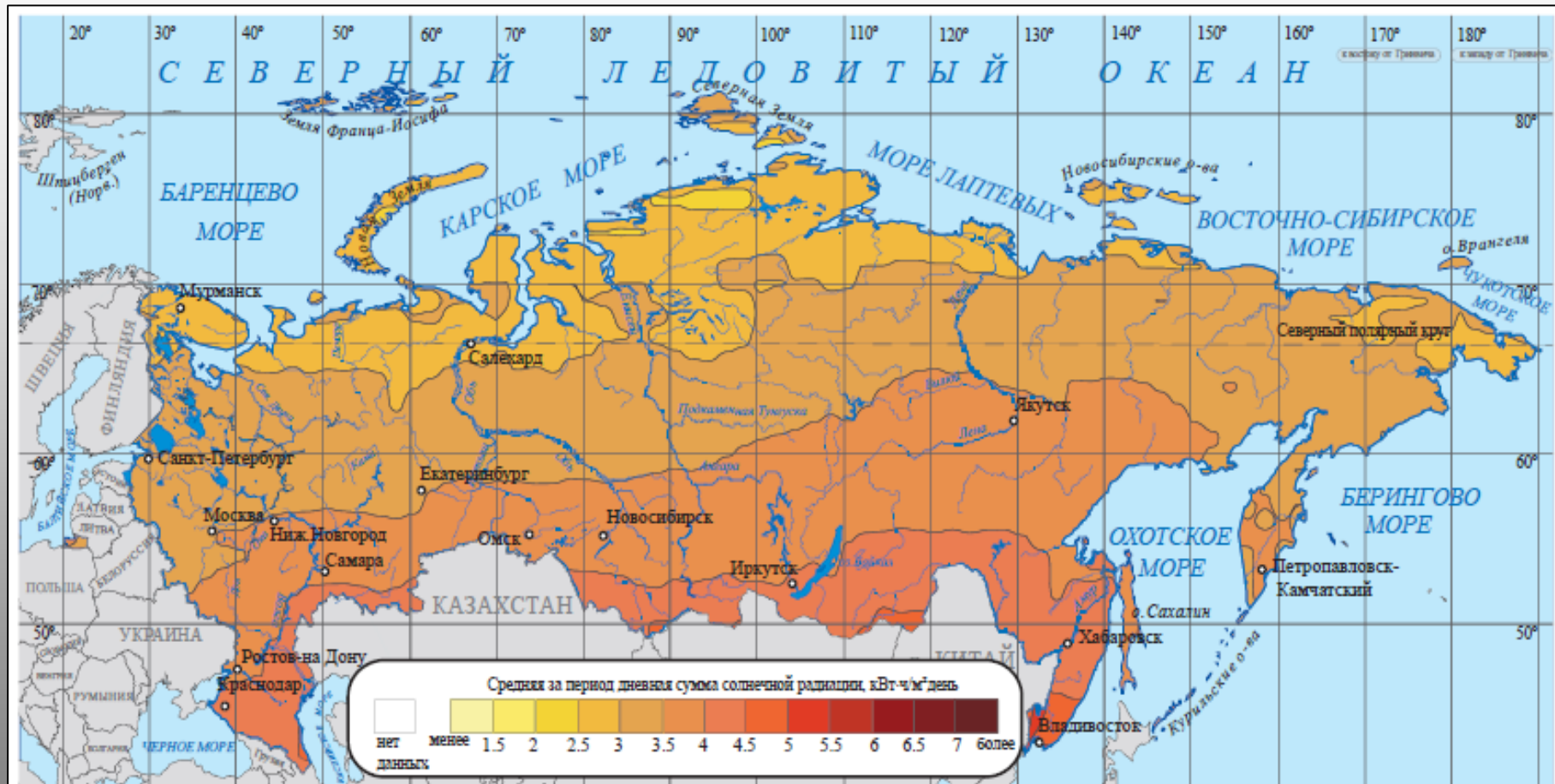
Выход: использование спутниковых данных NASA с тщательной верификацией!



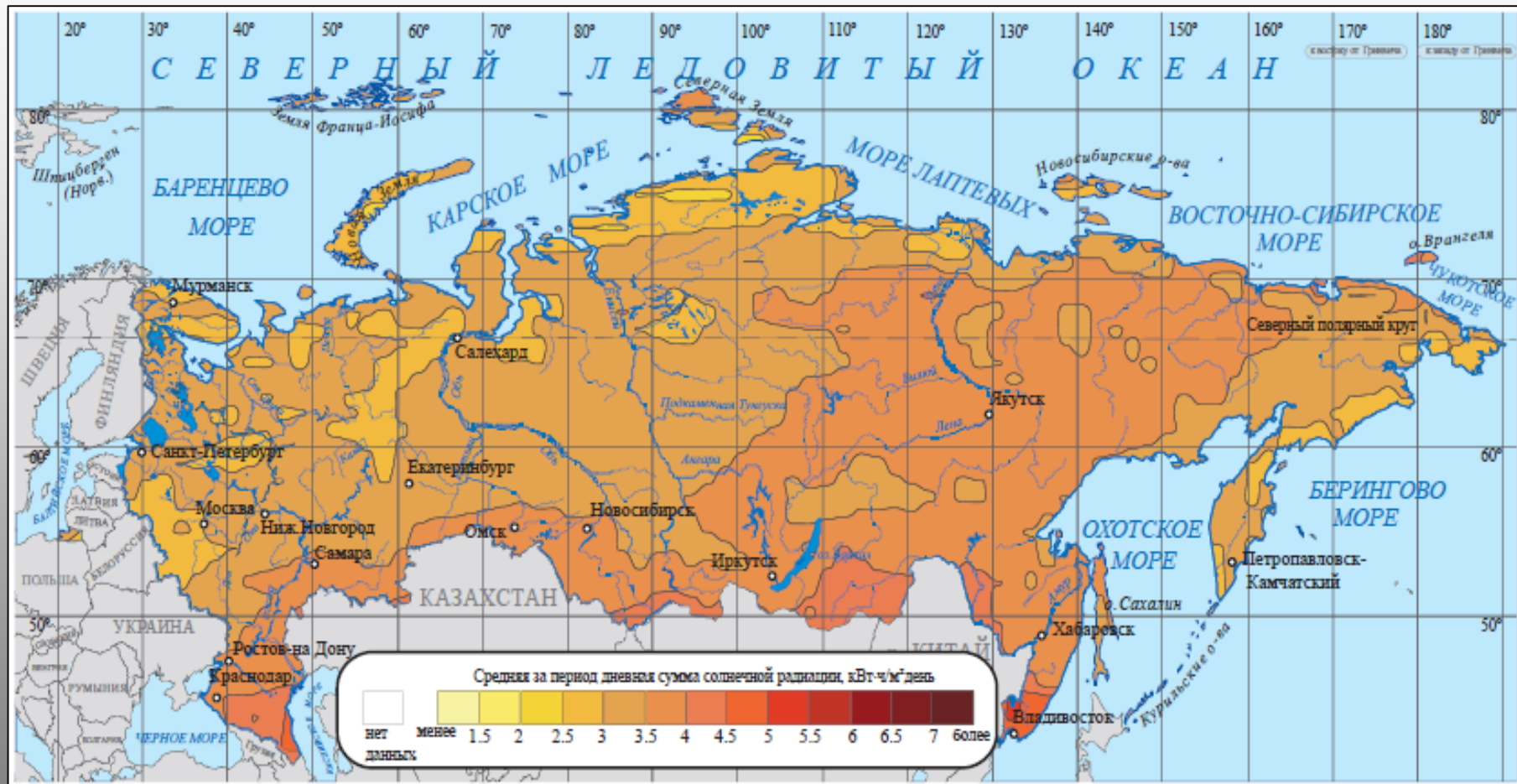
Солнечная радиация на горизонтальную поверхность (средняя за год дневная сумма солнечной радиации, кВтч/м²день)



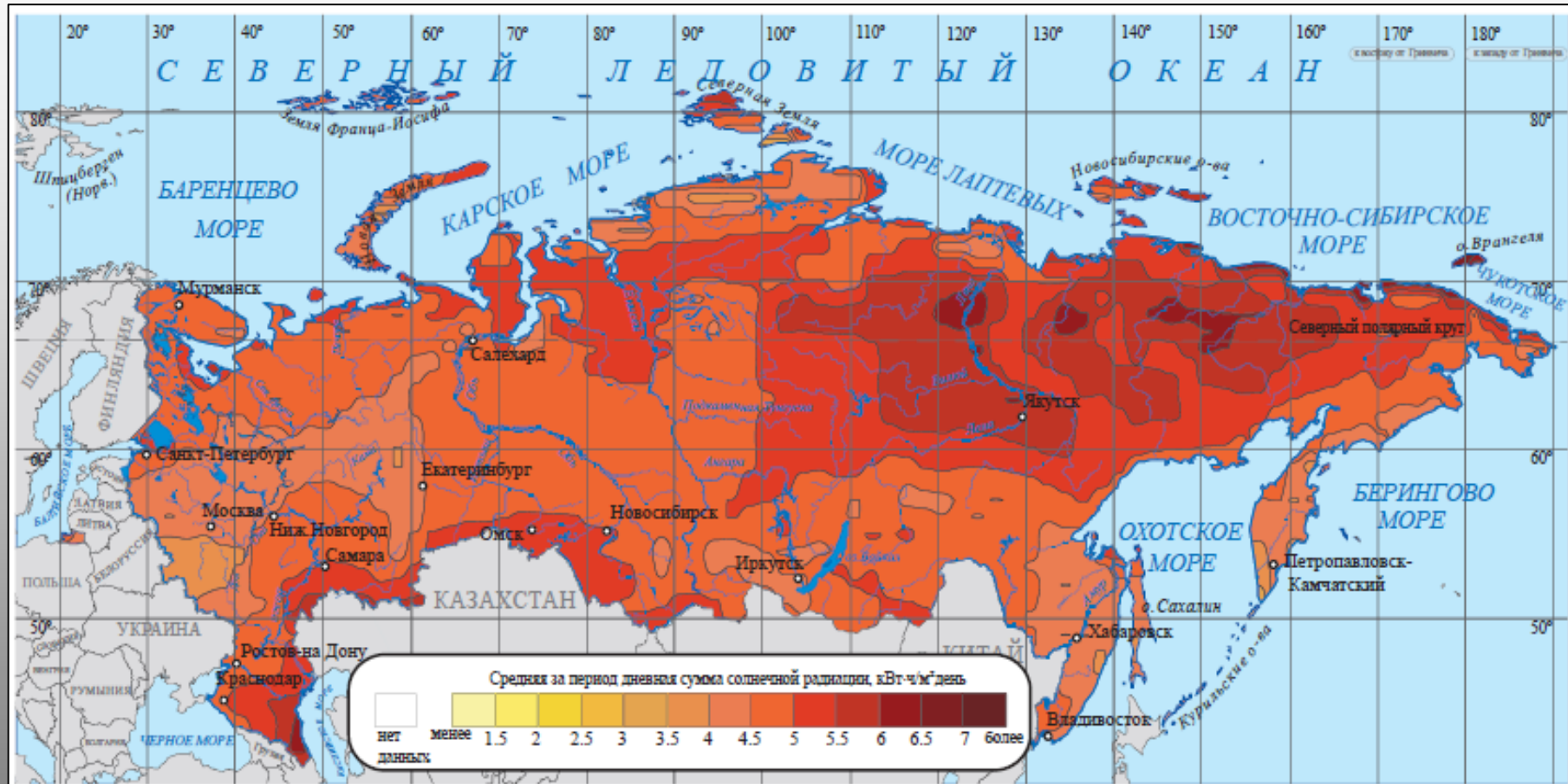
Солнечная радиация на оптимально ориентированную поверхность (средняя за год дневная сумма солнечной радиации, кВтч/м²день)



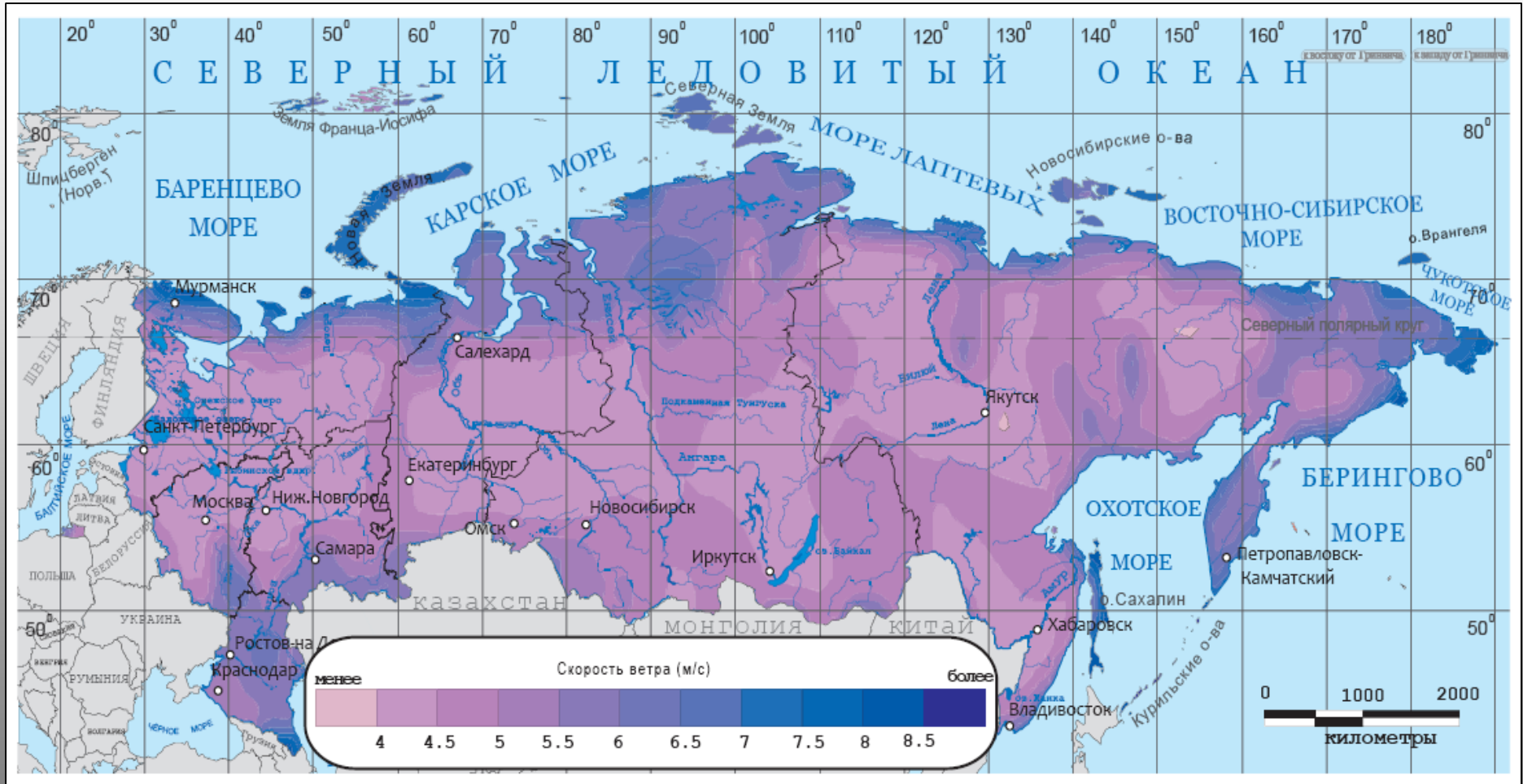
Прямая солнечная радиация на следящую за Солнцем поверхность
(средняя за год дневная сумма солнечной радиации, кВтч/м²день)



Прямая солнечная радиация на следящую за Солнцем поверхность
(период: апрель - сентябрь, кВтч/м²день)



Среднегодовая скорость ветра м/с (на высоте 50 м)



НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

1. Многие регионы России несмотря на высокое широтное расположение располагают ресурсами солнечной энергии аналогичными ресурсам многих других стран, где солнечные установки уже находят широкое применение;
2. Географическое расположение регионов в средних и высоких широтах приводит к существенной сезонной неравномерности в поступлении солнечной энергии (в пользу теплого полугодия);
3. Эффективный сбор энергии солнечного излучения требует специального внимания к выбору ориентации приемников в пространстве (неподвижные, следящие!?). Районы эффективного применения неподвижных приемников оптимальной ориентации и следящих за Солнцем приемников не совпадают!
4. В климатических условиях регионов России с низкими зимними температурами требуется специальное внимание проблемам эксплуатации солнечных установок при отрицательных температурах и обилии снега;
5. В настоящее время имеются надежные базы исходных метеорологических и актинометрических данных для всей территории России, обеспечивающие возможность адекватного проектирования солнечных установок для любой точки России (разработки ОИВТ РАН).

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ РОССИИ



Централизованное и децентрализованное энергоснабжение на территории России

1. 2/3 территории страны - вне сетей централизованного энергоснабжения (население около 20 млн чел., районы с наиболее высокими ценами и тарифами на топливо и энергию (более 25 руб./кВтч));
2. Более 50% регионов страны энергодефицитны (завоз топлива, импорт э/э) – задача повышения региональной энергетической безопасности;
3. Газифицировано около 50% населенных пунктов (в сельской местности – менее 35%);
4. Распределенная энергетика в России в последние годы развивается опережающими темпами!

Перспективные технологии использования солнечной энергии в регионах России:

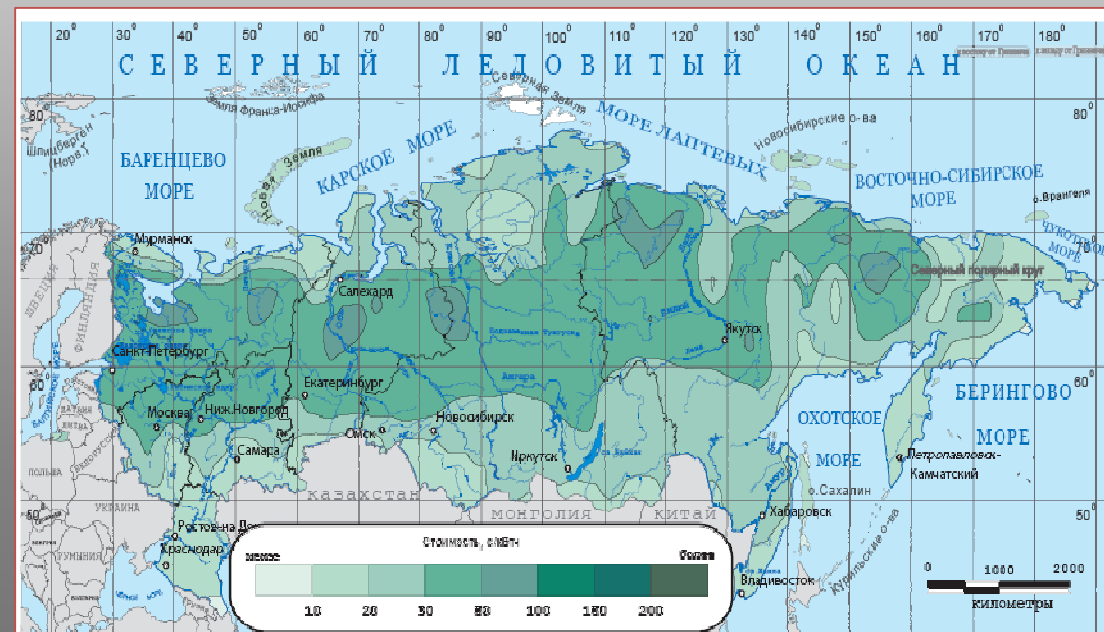
- **Фотоэлектричество** (подключение к сети и/или в составе автономных энергоустановок!);
- **Солнечный подогрев воды, теплоснабжение;**
- **Солнечные пруды + тепловые насосы;**
- **Солнечное охлаждение** (например, адсорбционные холодильные установки);
- **Солнечная сушка;**
- **Солнечные опреснители воды, подъем воды, детоксификация и т.п.**

Примеры оценки эффективности использования солнечной энергии

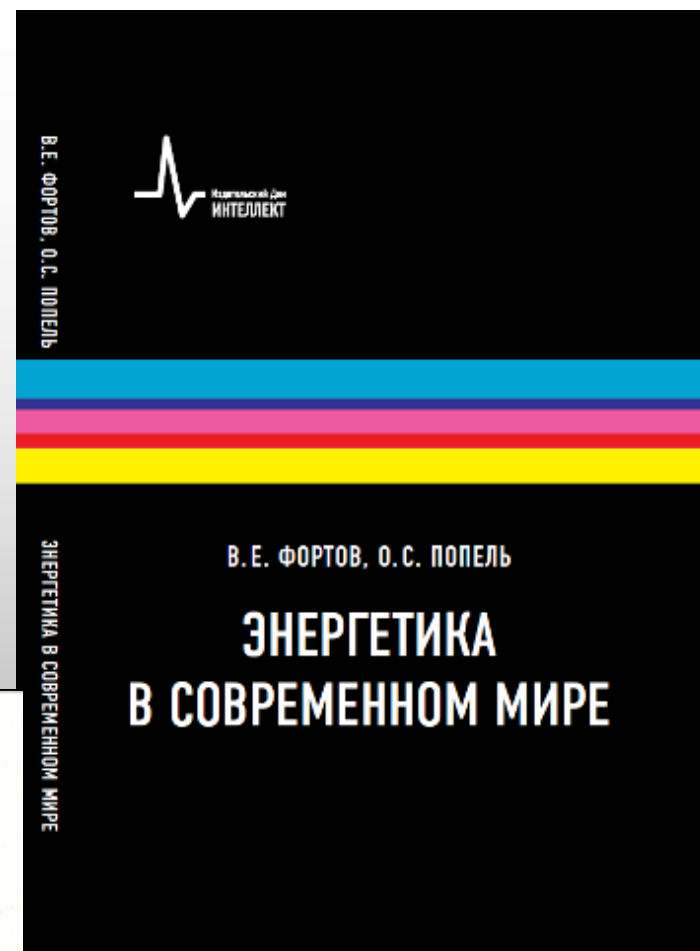
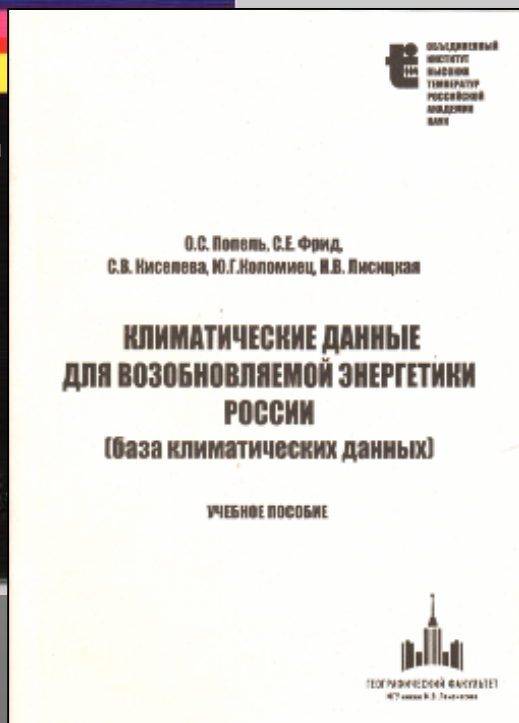
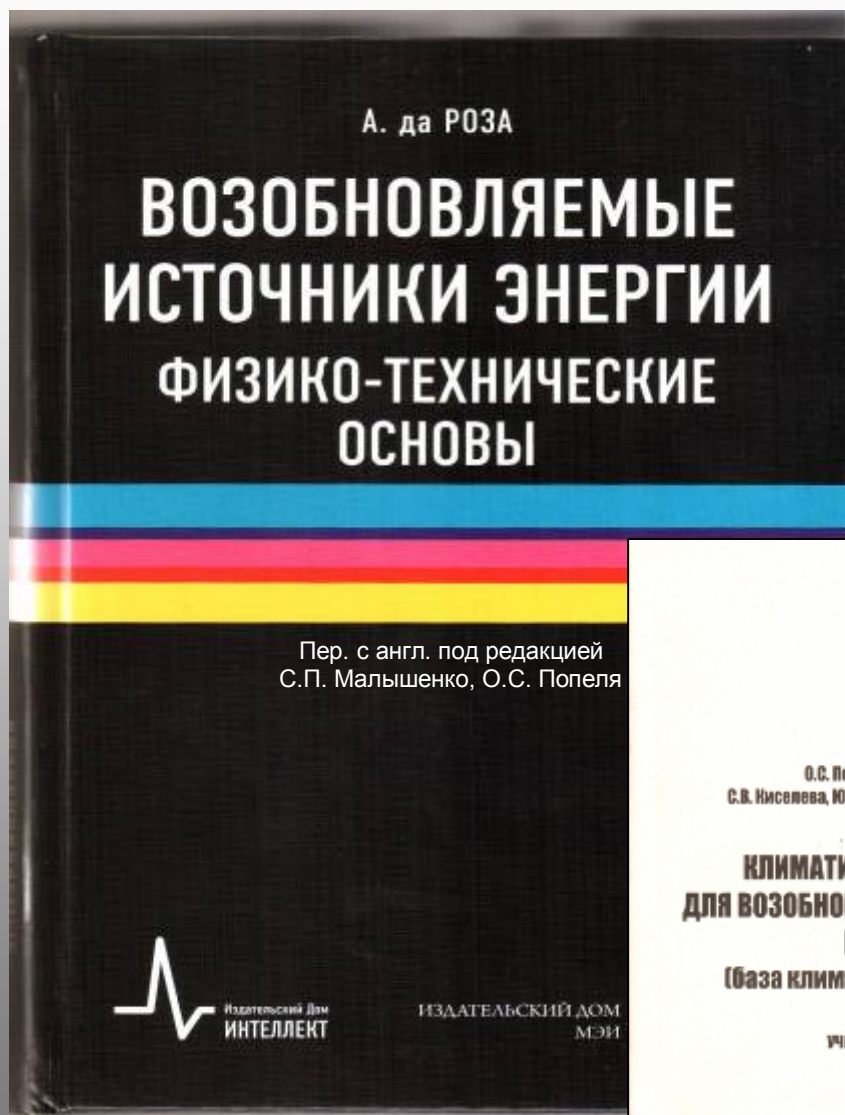


Доля покрытия нагрузки горячего водоснабжения за счет солнечной энергии (37°C, летние месяцы, площадь солнечного коллектора 2 м², объем бака-аккумулятора 100 л)

Себестоимость электроэнергии от оптимально сконфигурированной ветро-солнечной автономной энергоустановки на территории России, центы/кВтч



НЕДАВНО ВЫШЕДШИЕ ПУБЛИКАЦИИ



Заказ: Издательский дом
«Интеллект»
Тел. (495)579-96-45;
E-mail: id-intellect@mail.ru