

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*В работе представлен анализ потенциала солнечной радиации в Амурской области. Рассмотрены варианты энергоснабжения населения за счет солнечных электростанций.*

*Ключевые слова: солнечная радиация, солнечная электростанция, энергоснабжение населения, технологическое присоединение, централизованное энергоснабжение.*

### USE BUILDING SOLAR RADIATION IN THE AMUR REGION

*This paper presents an analysis of the potential of solar radiation in the Amur region. The variants of the population due to supply solar power.*

*Key words: solar radiation, solar power, energy population, grid connection, centralized power supply*

Рост цен на энергоносители в России вызывает интерес к дешевым источникам энергии. Амурская область является энергоизбыточным регионом, однако в вопросе снабжения электроэнергией не все обстоит благополучно. Это касается, прежде всего, электроснабжения сельских населенных пунктов. В отдельных муниципальных образованиях высокие потери электроэнергии связаны с износом сетей. В последнее время проводится модернизация старых и строительство новых сетевых объектов, но наиболее активно этот процесс идет в тех районах области, где строятся крупные промышленные предприятия. В районах, где строительство объектов не планируется, модернизация идет медленнее. Высокие потери приводят к повышению тарифов, в том числе и для населения.

Для дальневосточных регионов создание приемлемых условий проживания людей – наиболее острая проблема, только так можно будет сократить отсюда отток населения. Наличие бесперебойного электроснабжения играет в этом важную роль.

Цель данной статьи – показать, какие районы области испытывают дефицит электроэнергии (из-за высоких потерь в сети или удаленности от основных сетевых объектов), а также в каких районах в качестве дополнительного источника можно использовать солнечную энергию.

Следует отметить, что в современных условиях гелиоэнергетика активно развивается в Германии, Австрии, Швеции, Швейцарии, Дании, Голландии, Финляндии, но крупнейшим производителем и потребителем солнечной энергии на сегодняшний день остается Китай. Солнечными батареями и водонагревателями на солнечной энергии уже сейчас пользуется около 150 млн. китайцев [1].

Со временем стоимость электроэнергии, вырабатываемой при помощи гелиоустановок, будет постепенно снижаться. В 2011-2012 гг. перепроизводство китайских недорогих солнечных панелей привело к тому, что многие европейские и американские производители оказались за бортом. Даже компании Китая находятся на грани выживания, так как цены из-за конкуренции оказались ниже точки безубыточности. Дешевые панели, будто по иронии судьбы, привели к буму солнечных установок в то время, когда компании-производители терпят значительные убытки.

Россия располагает существенными ресурсами для развития гелиоэнергетики. Интенсивность поступления солнечной энергии на ее территории представлена на рис. 1.

Рис. 1. Интенсивность поступления солнечной энергии на территории России [4].

Поступление солнечной энергии на уровне от 4 до 4,5 кВт·час на 1 кв. м в день происходит на территории таких районов как Краснодарский край, Северный Кавказ, Ростовская область, южная часть Поволжья, южные районы Новосибирской, Иркутской областей, республик Бурятия, Тыва, Хакассия, Приморского и Хабаровского краев, Амурской области, острова Сахалин [2].

Амурская область – в числе субъектов с наиболее благоприятными условиями для развития гелиоэнергетики. В 2005 г. в Амурской области был принят закон о развитии альтернативной энергетики. Однако сразу приступить к его реализации не удалось, а затем начался экономический кризис. Этот закон был обновлен 12 октября 2009 г. и 26 апреля 2013г.

Предполагается, что его реализация приведет к положительным социально-экономическим и



экологическим последствиям:

ускорению развития производства, организации рынка технологий и устройств нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ);

активизации исследований по изучению свойств и учету ресурсов НВИЭ;

обеспечению более устойчивого тепло- и электроснабжения предприятий и населения;

созданию в отдаленных районах области автономных энергосистем с максимальным использованием местных ресурсов НВИЭ;

созданию энергетических объектов с использованием НВИЭ в дефицитных энергосистемах централизованного энергоснабжения для обеспечения гарантированного минимума энергоснабжения населения и предприятий;

частичному замещению традиционных органических видов топлива и сокращению завоза топлива в отдаленные районы области;

улучшению состояния окружающей среды области вследствие сокращения или хотя бы предотвращения увеличения объема вредных выбросов предприятий традиционной энергетики.

Приоритетными местами для размещения и использования НВИЭ согласно закону являются:

зоны децентрализованного энергоснабжения, где из-за низкой плотности населения сооружение традиционных электростанций и высоковольтных линий электропередач экономически невыгодно или практически неосуществимо;

зоны централизованного энергоснабжения, где из-за неудовлетворительного состояния сетей либо дефицита мощности или энергии возникают частые отключения потребителей, что приводит к значительному экономическому ущербу и негативным социальным последствиям;

населенные пункты и места массового отдыха населения, где из-за вредных выбросов в атмосферу промышленных и городских котельных на органическом топливе создается сложная экологическая обстановка;

населенные пункты и места временного пребывания людей, где существует проблема отопления, электроснабжения и горячего водоснабжения индивидуального жилья, места сезонной работы и отдыха, садово-огородных участков, индивидуального жилья и временных строений.

Рассмотрим районы Амурской области на предмет возможности и целесообразности установки солнечных электростанций (СЭС) в частном секторе.

С точки зрения объемов солнечной радиации, наиболее благоприятные районы находятся на юге области (рис. 2), хотя в целом практически на всей ее территории показатели суммарной радиации и продолжительности солнечного сияния достаточно высоки.

Величина суммарной солнечной радиации изменяется от 90-95 ккал/см<sup>2</sup> в год на севере и до 110-117 ккал/см<sup>2</sup> в год на юге области. Продолжительность солнечного сияния, выраженная в часах за год, на севере области составляет величину 1900-2000, а на юге — более 2500 [8].

Районы, где целесообразно применять альтернативные источники энергии, — это территории, где высока доля потерь электроэнергии и не планируется обширного сетевого строительства, а также населенные пункты, изолированные от централизованного энергоснабжения.

По объему потерь электроэнергии в Амурской области выделяются четыре района — Мазановский, Михайловский, Ивановский и Серышевский. Потери электроэнергии в них составили по итогам 2009 г. около 40 % от потребления муниципального образования. Согласно типологии [3], Мазановский район по потреблению электроэнергии относится к типу с производственным и сельскохозяйственным потреблением, а остальные представляют собой чисто сельскохозяйственные районы [3].

Сетевое строительство в этих районах в ближайшее время будет производиться в рамках реализации крупных инвестиционных объектов и в интересах экспорта электроэнергии. На бытовых потребителей данные мероприятия существенного влияния не окажут (тарифы не уменьшатся, потери останутся высокими).

Рассмотрим возможность размещения солнечных станций в районах с наибольшими потерями электроэнергии, первоначально для варианта установки СЭС в частном сельском доме. Согласно рис. 2 [8], продолжительность солнечного сияния в этих районах — 2300 часов и более. Учитывая зимний и летний периоды электрических нагрузок, получим 200 дней зимнего периода и 165 дней — летнего [4].

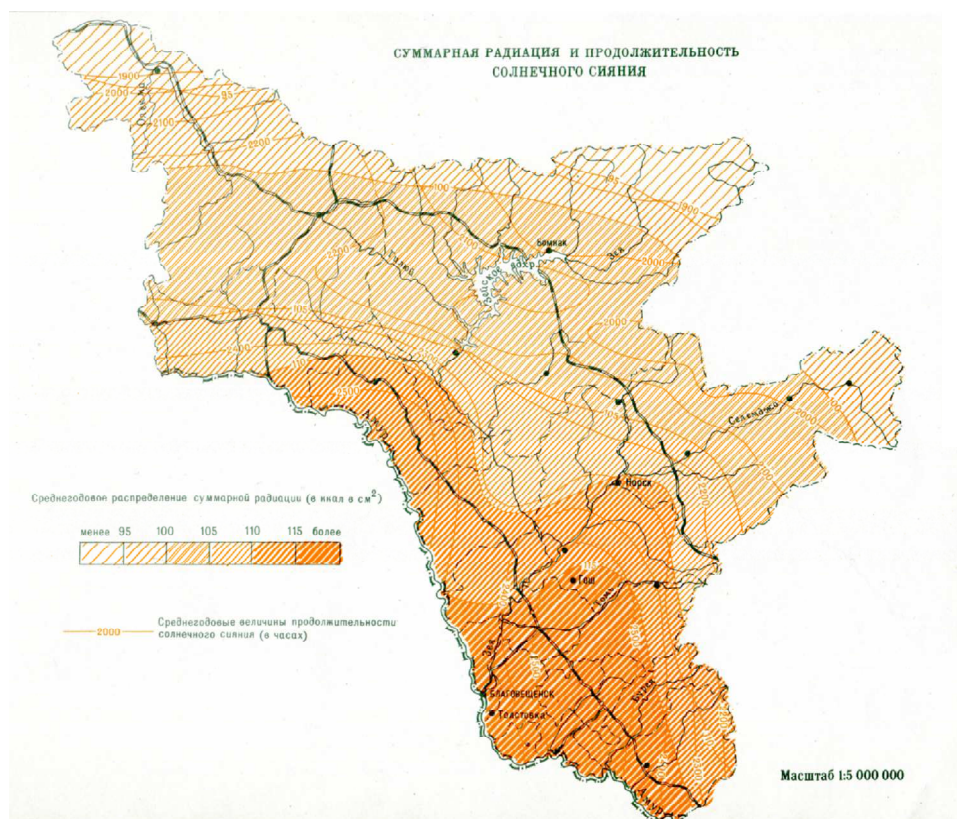


Рис. 2. Солнечная радиация и продолжительность солнечного сияния на территории Амурской области.

Число часов солнечного сияния в области при совершенно открытом горизонте изменяется от 7-8 часов в декабре до 16-17 часов в июне и составляет за год около 4200 часов на крайнем юге и 3900 часов – на севере. Поскольку число часов солнечного сияния в большей степени зависит от облачности, фактическая продолжительность солнечного сияния уменьшается почти вдвое, составляя в большинстве районов 50-60% возможной величины. Зимой этот показатель достигает максимума (60-80%), а в теплую часть года и осенью – минимума (40-70%) [5]. Таким образом, число солнечных часов в сутках в зимний и летний периоды будет 5 и 12 соответственно.

Для примера расчета потребляемой мощности возьмем следующие электроприборы: бойлер, холодильник, 7 энергосберегающих ламп, 2 телевизора, уличное освещение и насос. Приблизительные энергозатраты в течение дня в этом случае составят 20-22 кВт·ч при среднесуточной мощности до 1 кВт. При таких показателях среднемесячный результат составит порядка 660 кВт·ч., в год соответственно 7920 кВт·ч.

Тогда солнечная батарея должна будет вырабатывать в сутки: зимой –  $P = 22/5 = 4,4$  кВт; летом –  $P = 22/12 = 1,8$  кВт. Таким образом, максимальная требуемая мощность составит 4,4 кВт. Стоимость подходящего нам варианта СЭС – 580200 руб. (см. рис. 3 и табл. 1).

Выбранная система в год будет производить 7920 кВт·ч. Принимая во внимание тариф на электроэнергию (для населения, проживающего в сельских населенных пунктах по состоянию на 2013 г.), равный 2,07 руб. за 1 кВт·ч, получим годовую экономию в сумме:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 2,07 * 7920 = 16394,4 \text{ руб.}$$

В этом случае срок окупаемости системы составит:

$$T_{\text{ок}} = 580200 / 16394,4 = 35,4 \text{ года.}$$

В итоге срок окупаемости (при тарифе 2,07 руб. за 1 кВт·ч) составил 35,4 года, что в настоящее время неприемлемо.



Рис. 3. Солнечная электростанция 2280-48/4,5 кВт.

Таблица 1

#### Состав оборудования для солнечной электростанции, технические характеристики

Выработка энергии (max)	11,0 кВт*ч/день при ярком солнечном свете
Потенциальная емкость АКБ	28,8 кВт*ч
Мак мощность модулей	2280 Вт
Ток заряда модулей (пик)	12 x 7,33 ампер
Напряжение модулей (пик)	12 x 25,9 вольт
Солнечные панели (включая панельный центр PC404)	12 x NP190GK 2280 Вт
Контроллер заряда	TriStar MPPT 45A/48 45 ампер
Аккумуляторы типа AGM, GEL	12 x 12-200 емкостью 200 А*ч (48 В/600 А*ч)
Инвертор чистый синус	1 x MultiPlus 48 В/5000 ВА/70-50 с з/у и реле подключения к АС сети или запуска резервного генератора
Номинальная мощность инвертора при +25/40 °С	4500/4000 Вт
Пиковая мощность инвертора	10000 Вт
Эксплуатация и хранение модулей	при -40..+50 С°
Срок службы модулей	25 лет
Гарантия на панели	2 года
Производитель	Naps Финляндия

Возможность установки СЭС для резервного питания была рассмотрена также для дома с ежемесячным потреблением 270 кВт ч/месяц. При условии выработки за счет СЭС 40% потребляемой электроэнергии срок окупаемости проекта составил 32,9 года.

Сравнительный анализ показал, что ни один из возможных вариантов электроснабжения частного дома за счет использования солнечной энергии при существующих тарифах не может быть реализован.

С первого июля 2014 г. Амурская область окажется среди регионов России, где начнут действовать социальные нормы электропотребления. В этой связи потребители будут платить за электроэнергию больше. Возможно, тогда применение СЭС для электроснабжения частных домов будет более оправданным.

Рассмотрим теперь возможность использования СЭС в населенных пунктах, изолированных от централизованного энергоснабжения.

В настоящее время в области нет централизованного энергоснабжения в поселке Снежногорский Зейского района, селе Бысса Селемджинского, поселке Апрельский Магдагачинского района, селах Игнашино и Осежино Сковородинского района. Общее число проживающих на этой территории (на 01.01.2013) – 686 человек, электроэнергию для них вырабатывают дизельные электростанции. Стоимость 1кВт·ч, по данным на 2013 г., варьирует от 14,48 до 37,55 руб./кВт·ч (см. табл. 2) [6]. Эти тарифы распространяются на такие группы как «прочие потребители» и «бюджетные потребители». Для населения, согласно приказу управления государственного регулирования цен и тарифов Амурской области от 10.12.2012 № 210-пр/э, электропотребление рассчитывается по более низким тарифам. В 2013 г. они составили (с января по июнь включительно) 1,84 руб/кВт·ч, с 1.07.013 – 2,07 руб/кВт·ч (такие тарифы установлены для сельского населения и приравненных к нему потребителей по всей области) [7]. Разницу субсидирует областной бюджет, а через министерство ЖКХ выделяется компенсация части затрат на дизельное топливо [8]. На сегодняшний день подключение к сетям энергосистемы этих сел считается нецелесообразным по причинам небольшой электрической нагрузки, удаленности от сетей, отсутствия промышленных предприятий и малочисленности населения. В то же время, чтобы включить все эти территории в «большую энергетику» – построить ЛЭП, подстанции, – требуется 1 млрд. 51 млн. рублей. Только селу Игнашино нужно 357 млн. рублей, поселку Апрельский, где проживает всего 52 человека, – 105 млн. рублей. А на подключение централизованного энергоснабжения с. Осежино, в котором всего 15 жителей, необходимо 223 млн. руб.

На наш взгляд, в названных выше населенных пунктах целесообразно использовать альтернативные источники энергии, в частности СЭС, возможно ветрогенераторы. Установка систем возможна с привлечением бюджетных средств в рамках реализации в области закона о развитии альтернативной энергетики. Для этого необходимо сравнить объем компенсации тарифов для населения из средств областного бюджета со стоимостью энергоснабжения указанных районов путем технологического присоединения к централизованной энергосети, а также со стоимостью установки СЭС в этих населенных пунктах.

Таблица 2

**Населенные пункты Амурской области, снабжающиеся электроэнергией от дизельных электростанций**

Населенные пункты	Численность населения на 01.01.2013, чел	Количество домов	Потребление электроэнергии населением из расчета 660 кВт·ч на дом в месяц, кВт·ч	Тариф на 2013 г, руб/ кВт·ч	Объем компенсации тарифов для населения из областного бюджета, млн. руб. в год)
С. Бысса	48	12	7920	17,06	1,42
С. Игнашино	182	46	30360	14,65	4,58
С. Осежино	15	4	2640	37,55	1,12
Пос. Снежногорский	389	97	64020	15,84	10,58
Пос. Апрельский	52	13	8580	16,38	1,47
Итого	686	172	113520		19,18

Для удобства сравнения примем за основу дом с ежемесячным потреблением 660 кВт·ч (такой пример уже был рассчитан для установки СЭС). Исходя из численности населения (по данным на 01.01.2013), рассчитаем примерное количество домов в населенных пунктах, а соответственно потребность в электроэнергии (табл. 2). Далее рассчитаем объем компенсации тарифов из областного бюджета. Поскольку для населения области принят единый тариф (2,07 руб. на вторую половину 2013 г.), то разница, компенсируемая из средств областного бюджета, составит от 12,58 руб/кВт·ч (в с. Игнашино) до 35,48 руб/кВт·ч в с. Осежино.

В табл. 3 приведены данные о компенсации тарифов за год. Кроме того, представлена информация о возможной стоимости технологического присоединения к централизованному энергоснабжению согласно расчетам министерства экономического развития, промышленности и транспорта Амурской области [8].

В этой же таблице представлена ориентировочная стоимость установки солнечных электростанций по населенным пунктам в зависимости от числа домов и примерный срок окупаемости затрат на установку СЭС. Расчеты выполнены исходя из усредненных данных по солнечной радиации на основании информации, приведенной в сборнике «Гидроклиматические ресурсы Амурской области» [8]. Среднегодовая продолжительность солнечного сияния в указанных поселениях варьирует от 2100 час. в год в поселках Бысса и Снежногорск до 2200 час. в пос. Апрельский и до 2300 час. в с. Осежино и с. Игнашино.

Таблица 3

**Сравнение вариантов электроснабжения изолированных населенных пунктов**

Населенные пункты	Объем компенсации тарифов для населения из областного бюджета, млн.руб. в год	Стоимость установки СЭС в зависимости от числа домов в насел. пунктах, млн. руб.	Срок окупаемости затрат на установку СЭС без учета резервного электропит. от ДЭС, годы	Срок окупаемости затрат на установку СЭС с учетом резервного электропит. от ДЭС (увеличение на 20%), годы	Стоимость технолог. присоединения насел. пунктов к централизованному энергоснабжению, млн. руб.
с. Бысса	1,42	6,96	4,9	5,9	98
с. Игнашино	4,58	26,69	5,8	7,0	357
с. Осежино	1,12	2,32	2,1	2,5	223
п. Снежногорский	10,58	56,28	5,3	6,4	268
п. Апрельский	1,47	7,54	5,1	6,1	105
Итого	19,18	99,79	5,2	6,2	1051

Таким образом, сроки окупаемости затрат на установку СЭС составят от 2,1 до 5,8 года, что вполне приемлемо в соответствии с заявленным сроком службы модулей – 25 лет. Полностью отказаться от использования дизельных электростанций в изолированных населенных пунктах вряд ли удастся, так как температурный режим работы солнечных модулей составляет от -40 до + 50 С°, соответственно, если температура будет опускаться ниже заданной границы, то придется воспользоваться дизельными электростанциями. Кроме того, бесперебойной работе СЭС может помешать облачность. Поэтому, с учетом сохранения некоторой доли поставок дизельного топлива для обеспечения бесперебойного энергоснабжения, срок окупаемости затрат на установку ФЭС может увеличиться максимум до 7 лет.

Что касается стоимости технологического присоединения указанных населенных пунктов к централизованному энергоснабжению, то она в несколько раз превышает капитальные затраты, необходимые для установки СЭС (см. столбцы 3 и 6 табл. 3).

Таким образом, использование солнечной энергии, с точки зрения климатических ресурсов, возможно на всей территории Амурской области, но экономически оправдано в данный момент лишь в случае энергоснабжения изолированных населенных пунктов.

1. Приказ об установлении тарифов на электрическую энергию для населения и приравненных к нему категориям потребителей в Амурской области на 2013 г. от 10.12.2012 № 210-пр/э. Управление государственного регулирования цен и тарифов Амурской области. – Благовещенск. – 2013. – <http://www.tarifamur.ru/search.htm> (03.09.2013)

2. Гордиенко, О. Вышли из сумрака. – <http://www.ampravda.ru/2011/01/20/028807.htm> (24.11.2013).

3. Шейдина, О. Солнечная энергетика в России. Часть 1 (09.01.2013) – [http://zeleneet.com/solnechnaya-energetika-v-rossii-chast-1/6772/\(21.08.2013\)](http://zeleneet.com/solnechnaya-energetika-v-rossii-chast-1/6772/(21.08.2013))

4. Торговые споры на рынке солнечной энергетики. Будущее солнечной энергетики <http://zeleneet.com/solnechnaya-energetika-v-rossii-chast-1/6772/> (21.08.2013).
5. Экономия энергоресурсов при использовании солнечных коллекторов – <http://www.essolar.ru/> – (18.08.13.)
6. Коваль, С.П. География и особенности применения солнечных коллекторов в России. – <http://portal-energo.ru/articles/details/id/126> (09/08/2013).
7. Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Амурской области на период с 2010 по 2014 годы / Официальный сайт правительства Амурской области. – <http://www.amurobl.ru> – (23.03.2012)
8. Гидроклиматические ресурсы Амурской области / Институт географии СО АН СССР Амурский КНИИ ДВНЦ СССР. – Благовещенск, Амурское отделение Хабаровского книжн. изд-ва, 1983. – 68 с.
9. Приказ об установлении тарифов на электрическую энергию, вырабатываемую дизельными электростанциями Амурской области, на 2013 год от 14.12.2012 № 212-пр/э Благовещенск 2012. – <http://www.tarifamur.ru/search.htm> (03.09.2013)
10. Мирошниченко, Т.А. Типология муниципальных образований Амурской области по электропотреблению //Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – Нальчик. – 2012. – № 2(46), ч. II. – С. 164-174.