

УДК 551.521.12 + 551.576.2

А.М. Каримов *

В.О. Чередов *

**ОЦЕНКА ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ
ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН***РАДИАЦИЯ, ПАСМУРНЫЕ ДНИ, ОБЛАЧНОСТЬ, ЗОНА МОЩНОСТИ*

Солнечная радиация является источником энергии, которая может быть преобразована в другие виды энергии при помощи различных гелиоэнергетических установок. Оценка гелиоресурсов, для таких установок, представлена с учётом климатического распределения поля облачности по территории Республики Казахстан. Совмещение полей распределения среднемноголетней суточной прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность и количества пасмурных дней, позволило определить пять зон мощности гелиоэнергетического потенциала.

Увеличение доли энергии, получаемой из возобновляемых источников – одна из основных задач перехода к «зелёной» энергетике в Республике Казахстан (РК). Именно данная задача послужила основой подачи заявки на проведение выставки «ЭКСПО-2017» под девизом «ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО». Важным шагом на пути реализации перехода к возобновляемым источникам энергии, стало открытие в Казахстане завода ТОО «ASTANASOLAR» по производству фотоэлектрических модулей (солнечных батарей) в Астане.

Использование солнечных батарей и гелиоэнергетических установок, как для физических лиц, так и в промышленных масштабах, требует предварительного обоснования. Результатом такого обоснования является анализ распределения прямой солнечной радиации по всей территории Казахстана. При этом распределение потока прямой солнечной радиации должно быть учтено за максимально возможный период времени. В этом направлении в Институте гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина была проведена работа по подготовке «Атласа энергетического потенциала возобновляемых источников энергии Казахстана». Основная часть результатов этой ра-

* Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, г. Алматы

боты излагается в рамках данной статьи. Наряду с исследованиями гелиоресурсов, потребовались исследования пространственного распределения количества пасмурных дней в году, так как этот фактор определяет степень эффективности использования солнечных батарей.

Оценка гелиоэнергетического потенциала (ГЭП) производилась по следующей схеме. За основу исследований было взято пространственное значение среднегодовых величин прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность, выраженное в $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в сутки. Данные были взяты с сайта НАСА. Все значения получены для узлов регулярной сетки шагом 1 градус по долготе и широте, и осреднены за 22-летний период (с июля 1983 по июнь 2005 гг.) [2]. С учетом точек, расположенных за пределами РК, предусмотренных для большего охвата территории и повышения точности построения карт. Общее количество узлов сетки, использованных при анализе и интерполяции, составило 656 значений. Эти и все остальные данные были нанесены на карту при помощи программы ESRI ArcMap 10[®] и проанализированы в пространственном разрешении. Были получены поля в виде зон и изолиний. Также на эту карту, в качестве сопутствующей информации, для оценки расчёта производительности солнечных батарей было нанесено поле (изолиниями) среднегодовых максимальных величин прямой солнечной радиации перпендикулярно солнечным лучам $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в сутки (рис. 1).

Среднегодовая величина прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность изменяется с севера на юг в пределах 3,11...4,42 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в день. В среднем по Казахстану значение этой величины составляет примерно 3,77 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в день. Среднегодовая величина прямой солнечной радиации почти по всей территории Казахстана имеет широтно-зональное распределение (рис. 1).

В среднем за год значения максимальных величин прямой солнечной радиации по территории Казахстана изменяются с севера на юг от значений 3,65 до 5,6 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в сутки.

Ослабление поступления солнечной радиации к земной поверхности, вследствие наличия облачности – существенный фактор снижения гелиоэнергетического потенциала. Оценка количества пасмурных дней помогает внести коррективы в учёт гелиоресурсов. Снижение поступления солнечной радиации в пасмурный день, может достигать 60...80 %, по сравнению с ясным солнечным днём. Подсчёт пасмурных дней производился следующим образом. Данные о количестве облаков всех ярусов (за

период с 1 февраля 2005 г. по 1 июня 2015 г.) были взяты для всех сроков по 75 станциям, 20 из которых расположены за пределами РК [1]. Количество пасмурных суток, на основе информации о количестве облаков, определялось по формуле (1), предлагаемой авторами:

$$n_{II} = 365 \cdot \frac{N_{>70}}{N_{Общ.}}, \tag{1}$$

где n_{II} – количество пасмурных суток в году, $N_{>70}$ – количество дневных сроков метеорологических наблюдений, с облачностью любого яруса более 70 % покрытия небесного свода (облачность более 7 баллов) и туманом, $N_{Общ.}$ – общее количество дневных сроков метеорологических наблюдений. Для гелиоэнергетических расчётов, были взяты только дневные сроки. По каждой станции количество дневных сроков, в большинстве случаев, превышало 10 тысяч. Дневными сроками, считались сроки метеорологических наблюдений с 9:00 до 19:00 часов по местному времени. Таким образом, средняя продолжительность светового дня в году принималась равной 10 часам.

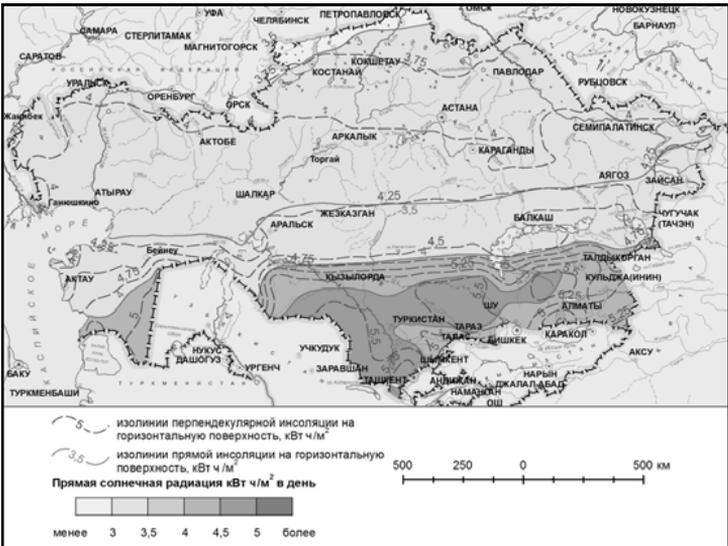


Рис. 1. Распределение суточных среднегодовых сумм прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность по территории РК.

Количество пасмурных дней растет с юга на север (от 120 в Кызылординской области до 220 на северо-западе Костанайской области). В горных районах юго-востока Алматинской области, также наблюдается примерно 210...220 пасмурных дней в году. Область с относительно низким количеством облачности (менее 160 суток), охватывающая Кызылор-

динскую область и Центральный Казахстан, формируется под влиянием зоны относительно высокого давления. Образование данной зоны обусловлено траекториями прохождения циклонов. Циклоны, как области с определённой облачной структурой, определяют общее распределение облачного покрова в основном в областях западного Казахстана и к северо-западу от оз. Балхаш. Горная часть юго-востока Казахстана вызывает определённое изменение траектории циклонов и фронтальных разделов в предгорных районах, это тоже способствует повышенному пасмурному фону (180...220 суток). В среднем по территории Казахстана 187 пасмурных дней. Полученное распределение пасмурных дней по территории Республики Казахстан показано на рис. 2.

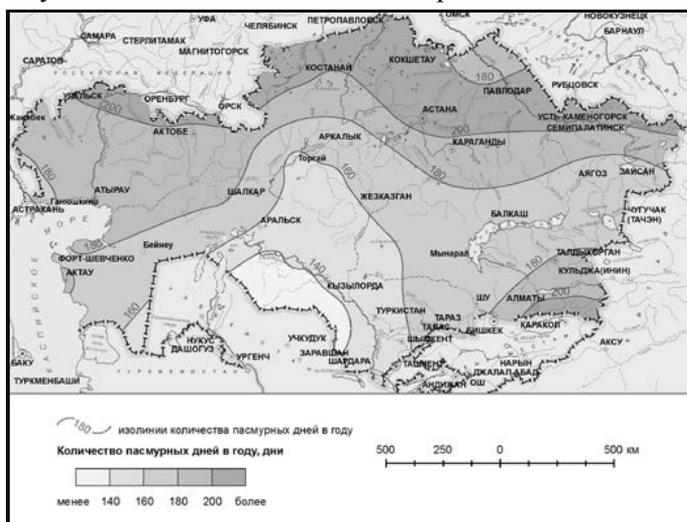


Рис. 2. Распределение количества пасмурных дней по территории РК.

Совмещение карт среднегодовых величин прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (рис. 1) и количества пасмурных дней (рис. 2), позволило построить карту гелиоэнергетического потенциала (рис. 3) для территории Казахстана.

Основное определение гелиоэнергетического потенциала произведено по формуле (2):

$$P = E \cdot S(365 - n_{\text{П}}), \quad (2)$$

где P – гелиоэнергетический потенциал зоны, кВт·ч в год; E – величина прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность кВт·ч/м² в сутки; S – площадь зоны км²; $n_{\text{П}}$ – количество пасмурных суток в году.

Характеристики зон представлены в таблице.

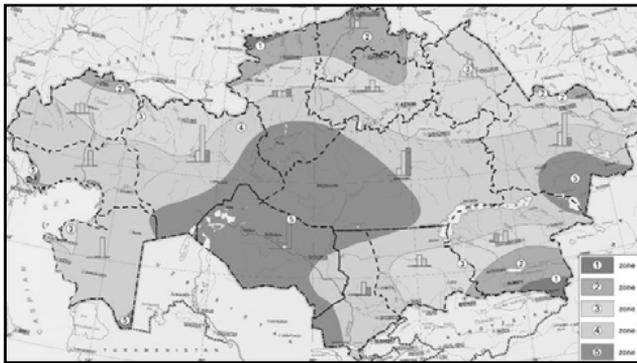


Рис. 3. Распределение гелиоэнергетического потенциала по территории Республики Казахстан. 1 – очень слабый ГЭП, 2 – слабый ГЭП, 3 – средний ГЭП, 4 – умеренный ГЭП, 5 – сильный ГЭП.

Таблица

Средние характеристики зон с различным гелиоэнергетическим потенциалом

Классификация ГЭП	S , км ²	E , кВт·ч/м ² в сутки	n_{II}	P , ТВт·ч в год
Очень слабый	19 181	3,11	230	8 053,1
Слабый	234 581	3,44	210	125 078,6
Средний	725 706	3,77	180	506 143,7
Умеренный	1 086 933	4,09	165	889 111,2
Сильный	646 503	4,42	150	614 371,8
Итого	2 712 904	3,77*	187*	2 142 758,4

Примечание: * – среднее значение по пяти зонам.

Как видно на рис. 3, сильный ГЭП занимает Кызылординскую область, Центральный Казахстан, Торгай, западное и северное Приаралье, а также область вокруг Саур-Тарбагатайского хребта Восточного Казахстана. Небольшие участки с «сильным» ГЭП имеются в Атырауской и Мангистауской областях.

Зона с «умеренным» ГЭП имеет более высокие гелиоресурсы (на 40 % больше, чем с «сильным»), за счёт увеличенной в 1,5 раза площади.

Остальные три зоны, вместе взятые, расположены в северной части Республики и в предгорьях Тянь-Шаня. Они имеют общий приток солнечной радиации, сопоставимый с зоной «сильного» ГЭП. Наряду с широтным распределением притока солнечной радиации, контуры зон определяются климатическим положением полей облачности.

Подводя итоги, можно резюмировать следующие положения:

По всей территории Казахстана (2,7 млн. км²) ежегодный приток солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет примерно

2,14 млн. ТВт·ч энергии при среднегодовой продолжительности светового дня 10 часов.

Количество пасмурных дней в году изменяется с юга на север от 120 до 220 суток. В среднем по Казахстану 187 пасмурных дней, что создаёт возможность для использования гелиоэнергетических установок в течение полугодового периода.

Значительная среднегодовая величина притока прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность, более 4 кВт·ч/м² в сутки, характерна для областей расположенных южнее 46° с.ш., где располагаются регионы наиболее перспективного использования фотоэлектрических модулей и гелиоэнергетических установок.

Оптимальное соотношение притока прямой солнечной радиации и количества пасмурных дней характерно, в основном, для Кызылординской области и Центрального Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Погода в 243 странах мира [Электрон. ресурс]. – 2015. – URL: <http://rp5.kz/> (дата обращения: 04.06.2015).
2. Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0) [Электрон. ресурс]. – 2014. – URL: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/> (дата обращения: 17.03.2008).

Поступила 28.12.2015

А.М. Каримов

В.О. Чередов

ГЕЛИОҚАУАТТЫҚ ПОТЕНЦИАЛДЫ БАҒАЛАУ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫ БОЙЫНША

*РАДИАЦИЯСЫ, ТҮНЕРІҢКІ КҮНДЕР, БҰЛТТЫ,
АЛЫМДЫЛЫҚТЫҢ ЗОНАСЫНЫҢ*

Күн радиациясы түрлі энергиясы қондырғыларын арқылы энергияның басқа түрлерін айналдыруға болады қуатты көзі болып табылады. Осындай нысандарына бағалау гелиоресурстары Қазақстан Республикасының аумағында бұлттар далалық бөлу климат тұрғысынан берілген. Тікелей күн көлденең бетінде сәуле шығару және бұлтты күндері санының бөлу орташа тәуліктік мөлшерлемесін өрістерін біріктіре, қуаты-құрылыс күн қуаттын бес аймақ бағыттарын анықтауға мүмкіндік берді.