

¹Абаев Н.Н., ²Нысанбаева А.С., ³Абиева Д.К.

¹научно-исследовательский центр РГП «Казгидромет», Казахстан, г. Алматы, e-mail: abayev.nurlan@gmail.com

²к.г.н., Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы, e-mail: Ayman.Nysanbaeva@kaznu.kz

³к.г.н., ТОО «Институт географии», Казахстан, г. Алматы, e-mail: dabiyeva@gmail.com

КЛИМАТИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ КАК ИСТОЧНИКИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ РЕСУРСОВ КАЗАХСТАНА

На современном этапе для решения прикладных задач растет потребность во все более точной информации о климатических ресурсах с высоким пространственным разрешением, а также с длинным историческим рядом наблюдений. В связи с этим в данной статье были рассмотрены основные современные источники необходимой информации, полученные на основе спутниковых наблюдений и математического моделирования, например, базы данных NASA Surface meteorology and Solar Energy, METEONORM, SARAH и др. Даны основные характеристики рассматриваемых климатических баз. Эти массивы информации также все более широко используют в области возобновляемой энергетики, поскольку они основаны, с одной стороны, на длительном периоде наблюдений, а с другой стороны, дают возможность обойти проблему недостатка метеорологических станций, их удаленности друг от друга.

Ключевые слова: климатическая база, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), возобновляемые источники энергии (ВИЭ), солнечная радиация, актинометрия.

¹Abayev N.N., ²Nyissanbayeva A.S., ³Abiyeva D.K.

¹Scientific research center of RSE «Kazhydromet», Kazakhstan, Almaty., abayev.nurlan@gmail.com

²Candidate of Geographic Sciences, Al-Farabi Kazakh national university, Kazakhstan, Almaty, Ayman.Nysanbaeva@kaznu.kz

³Candidate of Geographic Sciences, LLP «Institute of Geography», Kazakhstan Almaty, dabiyeva@gmail.com

Climatic Databases as Sources of Actinometric Information for Analysis and use of Solar Resources in Kazakhstan

At the present stage, there is a growing need for more accurate information about climate resources with a high spatial resolution, as well as long historical series of observations to solve applied problems. In this connection, the main modern sources of information that are based on satellite observations and mathematical modeling, such as, NASA Surface meteorology and Solar Energy, METEONORM, SARAH, etc. were analyzed in this article. The main characteristics of the considered climatic bases were given. These kinds of information are also increasingly used in the field of renewable energy, since, on the one hand, they are based on a long period of observation, and, on the other hand, they make it possible to circumvent the problem related to the lack of meteorological stations and their distance from each other.

Key words: Climatic base, remote sensing, renewable energy, solar radiation, actinometry.

¹Абаев Н.Н., ²Нысанбаева А.С., ³Абиева Д.К.

¹РМК «Казгидромет», Ғылыми-зерттеу орталығы, Қазақстан, Алматы қ., abayev.nurlan@gmail.com

²г.ғ.к., әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ., Ayman.Nysanbaeva@kaznu.kz

³г.ғ.к., «География Институты» ЖШС, Қазақстан, Алматы қ., dabiyeva@gmail.com

Климаттық деректер базасы Қазақстанның күн ресурстарын зерттеу және пайдалану үшін актинометриялық ақпарат көздері ретінде

Қазіргі таңда қолданбалы мәселелерді шешу үшін, ұзақ тарихи қатары бар және кеңістіктік дәлдігі жоғары климаттық ресурстар туралы мәліметтерге деген сұраныс артуда. Осыған байланысты берілген мақалада NASA Surface meteorology and Solar Energy, METEONORM, SARAH

және т.б жасанды жер серіктер мәліметтері негізінде немесе математикалық модельдеу бойынша алынған негізгі заманауи мәліметтер базалары қарастырылған. Қарастырылып отырған климаттық базалардың негізгі сипаттамалары берілген. Аталған ақпарат көздерінің ұзақ мәліметтер қатарынан тұруы және метеорологиялық станциялардың алшақ орналасу кемшілігін толықтыруы негізінде жаңданатын энергетика салаларында да кеңінен пайдаланылады.

Түйін сөздер: климаттық база, Жерді қашықтықтан барлау (ЖҚБ), жаңданатын энергетика көздері (ЖЭК), күн радиациясы, актинометрия.

Введение

Энергия, излучаемая солнцем, носит название солнечная радиация, которая является наиболее важным фактором для климатообразования и доступным альтернативным источником возобновляемой энергии. Наблюдение за солнечной радиацией предназначены как для изучения радиационного режима, определяющего в значительной степени климат территории и условия жизнедеятельности человека, так и для решения практических задач в различных отраслях хозяйственной деятельности, в том числе для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Развитие солнечной энергетике сопряжено с углубленным изучением энергетического потенциала солнечной радиации в заданном регионе. Высококачественная оценка солнечных ресурсов ускоряет внедрение новых технологий, оказывая положительное влияние на процесс принятия решений, а также снижение уровня неопределенности в принятии инвестиционных решений.

На современном этапе ВИЭ растет потребность во все более точной информации о солнечных ресурсах с коротким временным интервалом и высоким пространственным разрешением, а также с длинным историческим рядом наблюдений. На сегодняшний день существует значительное число климатологической и, в частности, актинометрической информации, компьютерных баз данных (БД) по солнечной радиации.

Материал и методы

Основными методами наблюдений за солнечной радиацией являются прямые и косвенные методы. К прямым относятся наземные актинометрические наблюдения, к косвенным данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), то есть спутниковые данные – данные аналитических расчетов и численного моделирования.

Наземные актинометрические наблюдения. Одним из источников информации являются данные актинометрии, полученные непосредственными измерениями на метеорологических

станциях. Срочные актинометрические наблюдения предусматривают выполнение измерений в установленные сроки, при помощи актинометрических измерительных приборов измеряющие характеристики солнечного излучения и определение дополнительных характеристик условий наблюдений (облачность, явления и т.д.). (Руководство по актинометрическим наблюдениям, 2006: 179) Актинометрические наблюдения дают фактическую основу для оценки солнечной энергии и его потенциала.

Прямые непосредственные актинометрические наблюдения являются относительно сложными, и, следовательно, дорогими по сравнению с другими метеорологическими измерениями и характеризуются редкой сетью наблюдений. Использование наземных измерений в сочетании с различными моделями могут использоваться для изучения пространственно-временного распределения солнечной радиации.

Косвенные методы получения солнечной энергии (спутниковые данные, данные моделирования). Применение косвенных методов, а именно использование дистанционных методов зондирования (ДЗЗ) могут компенсировать редкость наземных наблюдений. Поскольку на сегодняшний день существующие метеорологические спутники имеют регулярный временной и пространственный охват фиксированной сетки, может быть доступен для всего земного шара.

Моделирование данных солнечных ресурсов, на основе имеющихся наземных метеорологических наблюдений и спутниковых измерений дают возможность оценить потенциал солнечных ресурсов для районов и участков где не проводятся прямые измерения.

Результаты и обсуждение

В работе приводится анализ существующих современных климатических баз, предоставляющие доступные данные о солнечной радиации, и покрывающие территорию Казахстана. При анализе источников информации (наземные измерения или спутниковые наблюде-

ния) были рассмотрены и выделены климатические базы по следующим критериям: временной охват (от 1 до 30 и более лет); по характеристикам солнечной радиации (получасовые, часовые, месячные, годовые значения) и пространственной интерполяции.

Климатическая база METEONORM.

Швейцарская база данных METEONORM, седьмая версия которой вышла в 2011 г., является одной из полных по номенклатуре климатических данных (суммарная, прямая и рассеянная солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния, температура, давление и влажность атмосферного воздуха, скорость ветра, осадки).

В METEONORM многочисленные глобальные и региональные базы данных были объединены и проверены на их надежность. В базе основная часть данных берется из GEBA (Global

Balance Archive Energy), а также от Всемирной метеорологической организации (ВМО), климатические нормы за период 1961-1990 гг. сформированной швейцарской базой данных MeteoSwiss (Meteonorm 7.1 Product Brochure, 2014: 8).

Для температуры, влажности, скорости ветра и осадков доступны данные за периоды 1961-1990 и 2000-2009 гг, для солнечной радиации периоды 1981-1990 и 1991-2010 гг.

Всего используются климатические данные 8325 метеостанций по всему миру, из них 1325 актинометрическими наблюдениями и 7000 метеорологических станции. В базе данных METEONORM по территории Казахстана имеются данные 57 метеорологических станций и одна станция (МС Семей) с актинометрическим наблюдением (Рисунок1).

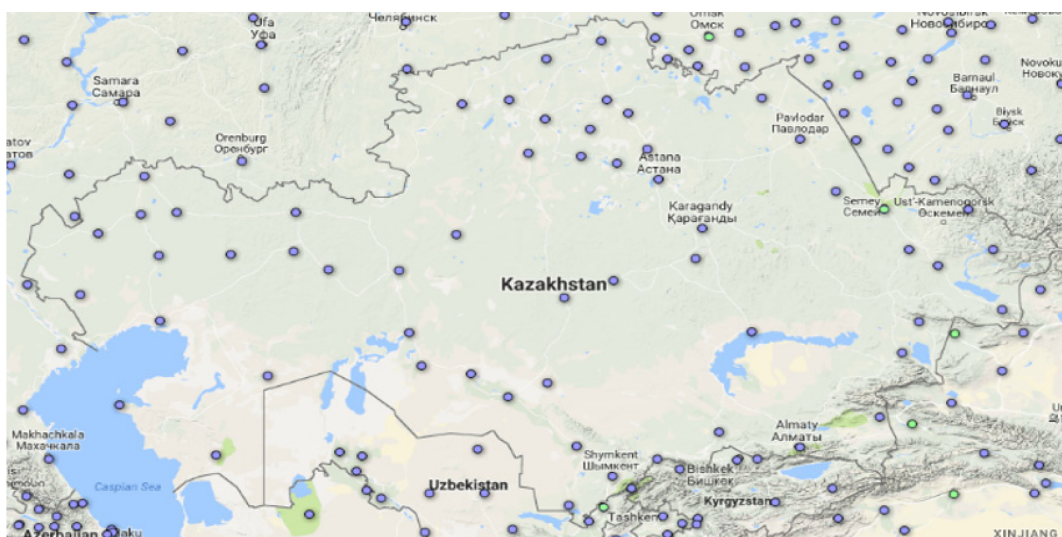


Рисунок 1 – Метеорологические и актинометрические станции Казахстана, включенные в базу METEONORM

Данные метеорологических и актинометрических станций дополнены данными пяти геостационарных спутников. Эти данные доступны на глобальной сетке с горизонтальным разрешением 8 км (3 км в Европе и Северной Африке). Данные измерений могут быть использованы только в непосредственной близости от метеорологических станций. В любой другой точке данные должны быть интерполированы между различными станциями. Модели интерполяции METEONORM позволяют проводить надежный расчет метеорологических и актинометрических параметров в

любой точке. Временные интервалы данных METEONORM – ежемесячные, ежечасные и минутные значения.

Программное обеспечение METEONORM содержит климатические данные по всему миру, которые можно получить более чем в 35 форматах данных. Это может быть, как файл Excel для конкретного анализа или как прямой импорт в программные обеспечения моделирования PV и CSP систем. В базе представлены данные более 30 метеорологических и актинометрических параметров.

По солнечной радиации база содержит следующие данные: прямая солнечная

радиация на горизонтальную поверхность; прямая солнечная радиация (DNI); рассеянная радиация на перпендикулярную поверхность; рассеянная радиация на горизонтальную поверхность (DHI); рассеянная радиация при ясном небе; суммарная радиация; суммарная радиация на горизонтальную поверхность (GHI); суммарная радиация при ясном небе; продолжительность солнечного сияния: высота солнца; облачность.

Кроме того, следующие параметры рассчитываются программным обеспечением: азимут солнца; угол места; радиационные параметры (прямая, рассеянная, суммарная

радиация) приходящие на наклонные поверхности.

Климатическая база имеет пространственный охват данных покрывающую зону земного шара между 62 ° южной и 62 ° северной широты. Историческая база данных содержит временные ряды с метеорологических станций (МС) или спутников (спутниковые данные покрывают Европу и Северную Америку). Эти данные доступны только для МС (без интерполяции). Также сервис METEONORM имеет возможность построения карт для любого метеопараметра, содержащиеся в базе и для любого региона мира между 62 ° ю.ш и 62 ° с.ш.

Yearly sum of Global Horizontal Irradiation (GHI)

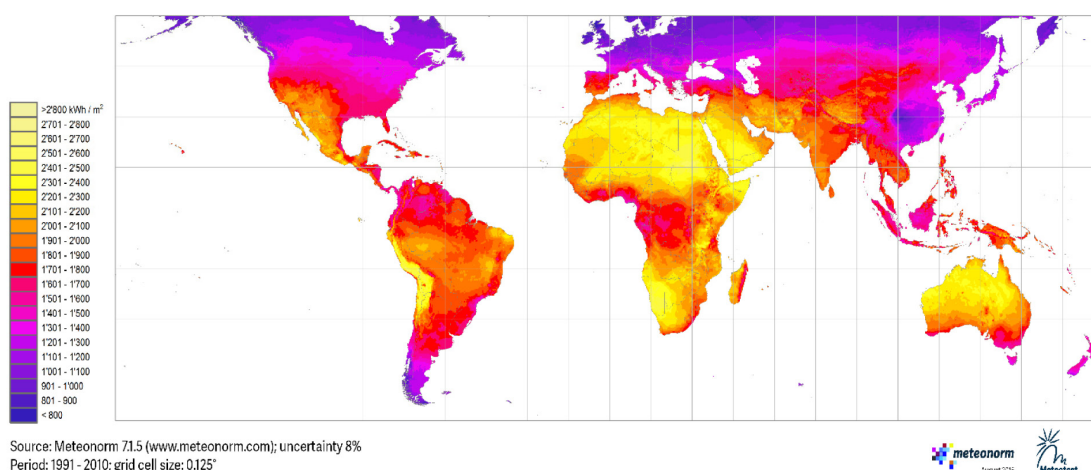


Рисунок 2 – Годовая сумма суммарной солнечной радиации по сервису METEONORM (демонстрационная версия)

В базе имеется возможность импорта своих пользовательских данных. Оперативные данные могут быть доступны через Интернет непосредственно из программного обеспечения. Программное обеспечение базы METEONORM является коммерческим продуктом.

Климатическая база Мирового центра радиационных данных (World Radiation Data Centre). Данная база дает возможность получения данных для оценки ресурсов солнечной энергии на основе результатов прямых актинометрических измерений, так же имеется возможность online-доступа к массивам данных, имеющиеся в Мировом центре радиационных данных (WRDC) (Официальный сайт Мирового центра радиационных данных). Данный центр образован в 1964 г. как лаборатория в Главной Геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова (ГГО) и являет-

ся в настоящее время специализированным центром Всемирной метеорологической организации (WMO). База располагает информационно-поисковой системой и архивом, которая пополняется данными о солнечной радиации с метеорологических станций, входящих в сеть WMO. В базу данных Мирового центра радиационных данных (World Radiation Data Centre) входят лишь два наблюдательных пункта Казахстана (МС Аральское море и МС Семей (Рисунок 3)).

По МС Семей (период 1964-1991 гг.) представлены следующие данные: суммарная радиация; радиационный баланс; рассеянная радиация; продолжительность солнечного сияния. В базе данных МС Аральское море (период 1964-1977; 1982-1987 гг.) представлены следующие данные: суммарная радиация; радиационный баланс; продолжительность солнечного сияния.

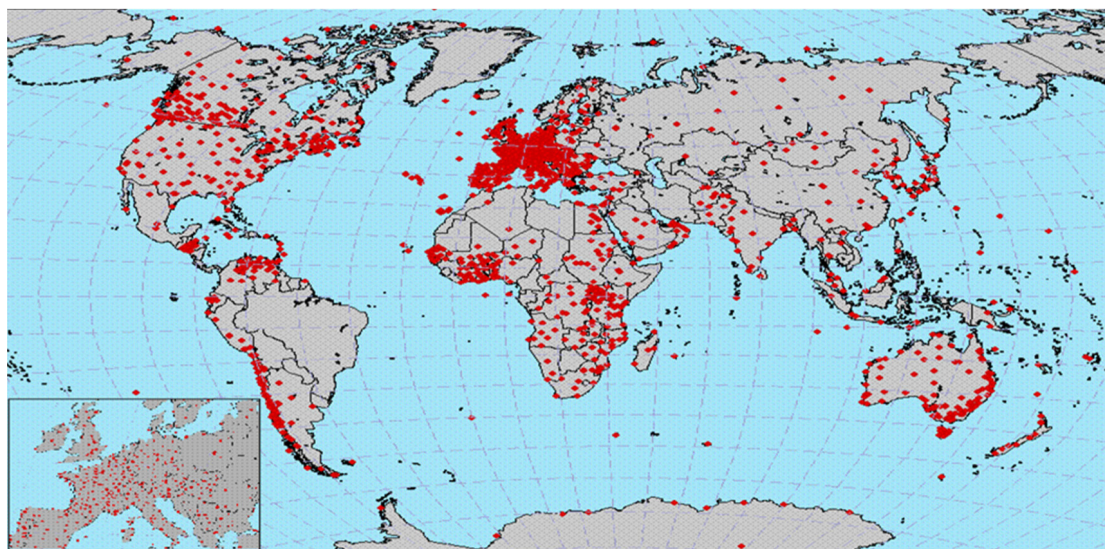


Рисунок 3 – Пункты наблюдений, включенные в базу МЦРД

Климатическая база HelioClim – представляет собой группу баз данных, которые содержат данные о солнечной радиации. База

HelioClim охватывает территории Европы, Африки, Средиземного моря, Атлантического океана и часть Индийского океана (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Зона охвата базы HelioClim

Базы данных HelioClim состоит из двух баз: HelioClim-1 (HC1) и HelioClim-3 (HC3). В данное время ежедневное обновление имеет HelioClim-3 (HC3). Методика получения радиационных данных из спутниковых изображений METEOSAT для обеих баз называется Heliosat-2. Heliosat-2 был разработан для создания базы данных HelioClim-1, и используется в режи-

ме реального времени для получения данных в базе HelioClim-3 (Soda solar radiation data). Метод Heliosat-2 преобразует изображения, полученные с помощью метеорологических геостационарных спутников (METEOSAT (Европа), GOES (США) и GMS (Япония)), в данные о солнечной радиации приходящей на поверхность земли. Метод получения данных описан в работах Кано и др. (Cano

D., Monget J.-M., Albuissou M., Guillard H., Regas N., Wald L., 1986: 31-39). Основные характеристики баз HelioClim-1 (HC1) и HelioClim-3 (HC3) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики базы

Основные характеристики	Данные о солнечной радиации полученные из спутниковых изображений	
	HelioClim-1 (HC1)	HelioClim-3 (HC-3)
Доступ к данным	Через веб-сайт сервиса SoDa – бесплатно, автоматическое подключение на платной основе.	Через веб-сайт сервиса SoDa – бесплатно только за период 01.02.2004-31.12.2005, автоматическое подключение и полный период данных на платной основе.
Параметры солнечной радиации	Среднесуточные, средненедельные значения суммарной солнечной радиации (GHI); среднемесячные значения прямой (DNI), рассеянной (DHI) и суммарной солнечной радиации (GHI)	Значения Прямой (DNI), рассеянной (DHI) и суммарной солнечной радиации (GHI) на горизонтальную, на ориентированную и нормальную поверхность
Зона покрытия	Полоса охвата спутника METEOSAT (от -66° до +66° по долготе и широте)	Полоса охвата спутника METEOSAT (от -66° до +66° по долготе и широте)
Временной охват	с 01.01.1985 до 31.12.2005 г.	с 01.02.2004 по настоящее время, с обновлением в режиме онлайн каждые 15 минут.
Пространственное разрешение	Около 20 км	3 км подспутниковой точке, с возрастанием до 12 км.
Временной интервал	Ежедневно, еженедельно, ежемесячно	15 минут
Обновление данных	Нет	Есть (в режиме онлайн, после получения изображений в течение нескольких минут)

Климатическая база HelioClim может быть одной из перспективных баз при изучении солнечных ресурсов. Однако, недостатком использования базы является не полнота покрытия территории РК (частично покрывается территория Западного Казахстана).

База HC3 является усовершенствованной базой HC, и предоставляет полный объем данных по солнечным ресурсам с высоким пространственным и временным разрешением. База данных предоставляется на платной основе.

Климатическая база SARAH (Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat). SARAH является спутниковой климатической базой солнечного излучения (Müller, Richard; Pfeifroth, Uwe; Träger-Chatterjee, Christine; Cremer, Roswitha; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer, 2015). База содержит данные по суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (SIS); прямой солнечной радиации на нормальную поверхность (DNI); альbedo облачности (CAL).

Данные получены из спутниковых изображений видимого канала приборов MVIRI и SEVIRI на борту геостационарных спутников серии METEOSAT. Данные доступны с 1983 по 2013

год и покрывают зону $\pm 65^\circ$ долготы и $\pm 65^\circ$ широты. В зону покрытия входит Западный Казахстан до 65° в.д. (рисунок 5). Временной интервал базы представлен средними ежемесячными, ежедневными и часовыми значениями на регулярной сетке с пространственным разрешением $0,05^\circ \times 0,05^\circ$. (Meteosat Solar Surface Irradiance and effective Cloud Albedo Climate Data records, 2014:33)

Климатическая база данных SARAH-E (Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat, East). База солнечной радиации была сформирована в тесном сотрудничестве между Европейским космическим агентством (EUMETSAT CM SAF) и Объединённым исследовательским центром Европейской комиссии (г. Испра, Италия). SARAH-E основана на базе данных спутников METEOSAT EAST, которые располагаются над Индийским океаном (Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat, Meteosat-East (SARAH-E), 2016). Данная база предназначена для анализа климатической изменчивости солнечной радиации в данном регионе. База доступна с 1999 по 2015 год, за исключением 2006 г. Алгоритм получения

параметров солнечной радиации со спутниковых изображений аналогичен алгоритму базы SARAH. Область охвата данными покрывает

зону 8° з.д до 128° в.д., и 6° ю.ш до 65° с.ш., в которую полностью попадает территория Казахстана (Рисунок 6).

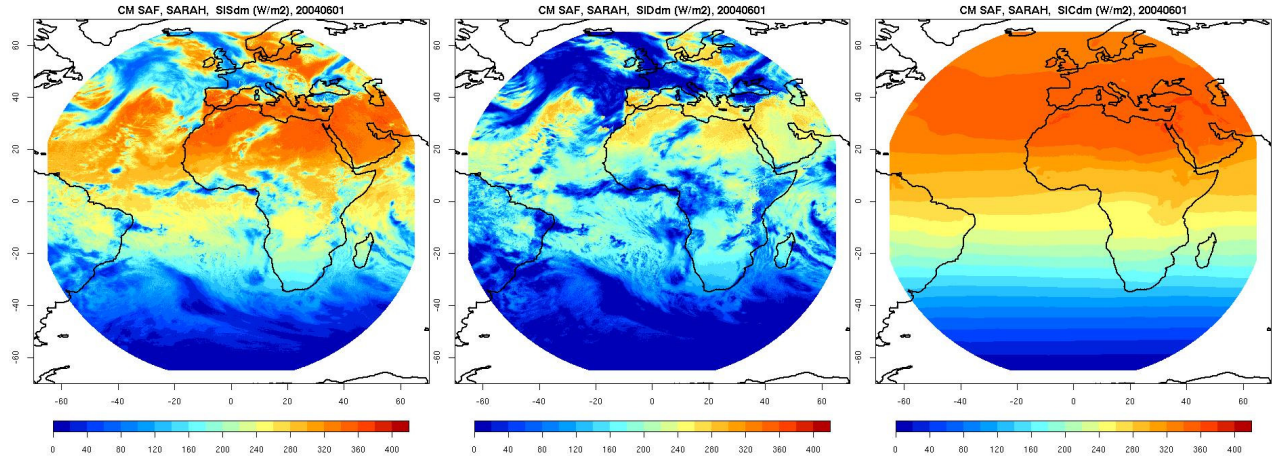
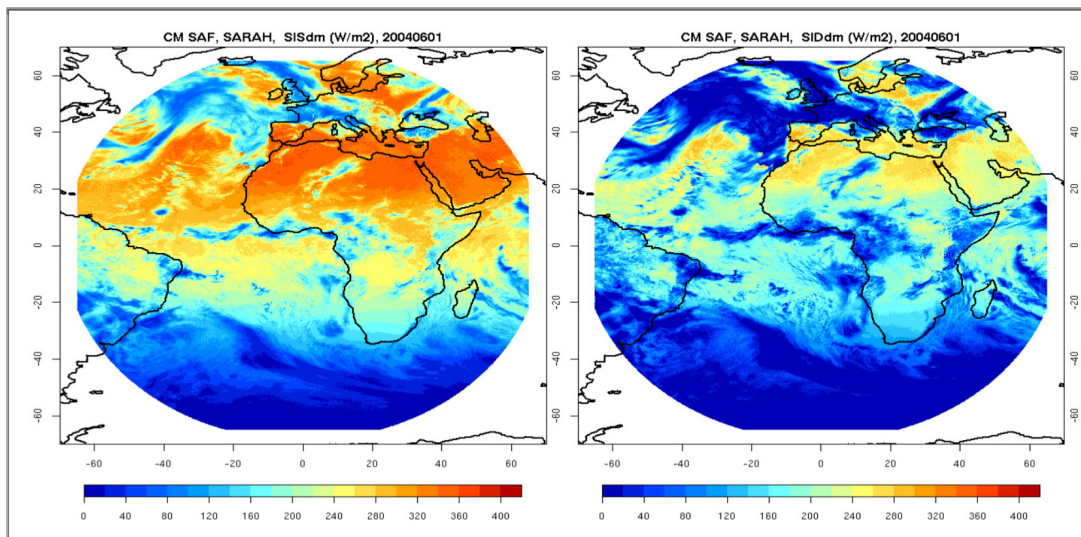


Рисунок 5 – Зона покрытия базы SARAH

База SARAH-E содержит данные: суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (SIS); прямая солнечная радиация на нормальную поверхность (DNI); прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность (SID)



а) Суммарная солнечной радиации на горизонтальную поверхность (SIS)

б) Прямая солнечная радиация на нормальную поверхность (DNI)

Рисунок 6 – Зона покрытия базы SARAH-E

Пространственное разрешение данных на регулярной сетке с 0,05° x 0,05° долготы/широты

и временным разрешением в диапазоне средних месячных, ежедневных и ежечасных данных.

Климатическая база данных SARAH-E предоставляет особый интерес как источник данных для изучения солнечных ресурсов Казахстана, так как содержит данные за последние десятилетия и покрывает всю территорию Казахстана. При использовании данной базы возможны составление карт среднемесячных, среднесуточных, и ежечасных значения суммарной, прямой и рассеянной солнечной радиации.

Климатическая база данных ERA Interim. ERA-Interim является глобальным обновляемым климатологическим архивом (реанализом). Климатический реанализ является результатом комбинирования моделей с данными наблюдений. Содержит оценку атмосферных параметров таких как температура воздуха, давление, осадки, ветер на разных высотах, радиации и др. Данные климатического архива ERA Interim предоставляются научно-исследовательским институтом «Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды» (ECMWF), являющейся независимой межправительственной организацией, при поддержке 34 стран мира. ERA-Interim

является реанализом глобальной атмосферы, охватывающих данные за период с 1979 года по настоящее время. Обновления архива ERA-Interim, в целях контроля качества входящей информации, проводятся ежемесячно с опозданием на два месяца (официальный сайт European Centre for Medium-Range Weather Forecasts).

Данные этого архива можно разделить на 3 основные категории: анализы, прогнозы и мгновенные накопленные измерения. Анализы производятся путем объединения прогнозных данных ближнего радиуса действия с данными наблюдений для получения наилучшего соответствия обеих сторон. Данные архива предоставляются бесплатно, и могут быть выгружены пользователем по запросу (интересующий параметр, уровень детализации: срок наблюдения в течение суток, месяца, года). Так же, имеется возможность организации прямого онлайн-доступа к системам ECMWF посредством интерактивного клиентского программного обеспечения, позволяющего получать продукты архива.

Таблица 2 – Параметры реанализа ERA-Interim

Температура воздуха	Альbedo	Облачность Количество/ повторяемость	Фазовая состояние облачной воды
Конвекция	Конвергенция/Дивергенция	Температура точки росы	Испаряемость
Геопотенциальная высота	Гравитационные волны	Поток тепла	Влажность
Гидростатическое давление	Состояние льда	Приходящая солнечная радиация	Длинноволновая радиация
Максимальная и минимальная температура	Уходящая длинноволновая радиация	Высота пограничного слоя	Потенциальная тем- пература
Осажденная вода	Количество осадков	Сток	Давление на уровне моря
Температура поверхности воды	Коротковолновая радиация	Температура поверхности	Снег
Плотность снега	Толщина снежного покрова	Таяние снега	Температура снега/льда
Влажность почвы/ влагосодержание	Температура почвы	Продолжительность солнечного сияния	Давление на поверхности земли
Ветер	Рельеф	Тропосферный озон	Ветер на различных высотах
Растительный покров	Водяной пар		

Климатическая база NASA SSE. В конце 1990-х годов, в рамках прикладных программ NASA был инициирован проект Приземная метеорологическая и солнечная энергетика (официальный сайт Surface Meteorological and Solar Energy SSE). Цель проекта-SSE сделать спутниковые данные НАСА более доступными для сообщества возобновляемой энергии.

Цель проекта-SSE сделать спутниковые данные НАСА более доступными для сообщества возобновляемой энергии.

Первая версия базы NASA SSE была разработана в 1997 г. Первоначально она представляла собой массив данных, полученных в результате спутниковых измерений радиационного баланса земной поверхности, проводившихся в рамках программы World Climate Research Program's International Satellite and Cloud Climatology Program (ISCCP) в 1983-1993 гг.

В настоящее время база данных NASA SSE оперирует данными спутниковых и наземных наблюдений а период с 01.07.1983 по 30.06.2005. По результатам измерений, с использованием различных моделей распространения солнечного излучения в атмосфере, рассчитываются значения суточных и месячных сумм солнечной радиации, приходящей на поверхности различной ориентации, а также других актинометрических и метеорологических характеристик. Учитываются особенности различных климатических зон земного шара, в том числе характер отражения излучения от земной поверхности (альbedo), состояние облачности, загрязнение атмосферы аэрозолями.

Отработка и апробация методики пересчета осуществлялась с привлечением данных наземных измерений, выполненных для того же временного диапазона. Анализ полученного массива информации, выполненный применительно к территории США и ряду других регионов земного шара показывает, что полученные данные позволяют с достаточно невысокой погрешностью определять средние потоки солнечного излучения для участков земной поверхности с географическим разрешением $1^\circ \times 1^\circ$ по всему земному шару (измерения и расчет выполнялись для сетки $2,5^\circ \times 2,5^\circ$).

База данных NASA SSE бесплатна и доступна через интернет. База данных NASA SSE ориентирована на специалистов ВИЭ содержит около 200 различных параметров для расчета гелиоэнергетического потенциала территории. Параметры, входящие в базу NASA SSE наиболее полно отражают характеристики солнечных ресурсов.

Программа Прогноза Всемирных Энергетических ресурсов – Prediction Of Worldwide Energy Resource (POWER). Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства (NASA) на протяжении десятилетий поддерживает спутниковые программы и научные исследования, которые предоставляют данные в виде многолетней оценки метеорологических величин и потоков

солнечной радиации для изучения климата и климатических процессов (Официальный сайт: National Aeronautics and Space Administration). Программа Прогноза Всемирных Энергетических ресурсов (POWER) была инициирована с целью улучшения текущего набора данных NASA SSE и создания новых наборов данных из новых спутниковых систем и данных прогнозных моделей. Улучшенные данные SSE по-прежнему будут сосредоточены на солнечной и ветровой индустрии возобновляемых источников энергии. Новые наборы данных направлены в область зеленого строительства (Sustainable Buildings) и агроклиматологии (Agroclimatology).

База данных **Sustainable Buildings** основана, главным образом, на солнечной радиации, полученной на основе спутниковых наблюдений и метеорологических данных из моделей ассимиляции. Данные предоставляются с пространственным разрешением $0,5^\circ$ на $0,5^\circ$ узлов сетки глобального покрытия. Характеристики солнечной радиации данной базы данных основаны на глобальных спутниковых наблюдениях.

По солнечной радиации и метеорологии база содержит следующие данные:

1. Ежедневно осредненная солнечная инсоляция начиная с 1 июля 1983 года по настоящее время (с обновлением);
2. Ежедневные осредненные значения давления воздуха, влажности, температуры точки росы, скорости ветра, относительной влажности и дневной максимальной и минимальной температуры воздуха начиная с 1 января 1981 года по настоящее время (с обновлением).

В настоящее время веб-интерфейс POWER предоставляет портал доступа к архиву базы данных: NASA SSE, Sustainable Buildings и Agroclimatology.

Выводы

Выполненный анализ рекомендованных доступных баз данных, позволяет сделать вывод, о возможности использования баз данных HelioClim-1, NASA SSE, NASA POWER и SARA-H-E в отдельности, а также их комбинированный вариант для формирования оптимальной базы данных параметров солнечной радиации для изучения и использования солнечного потенциала Республики Казахстан.

Литература

- 1 Мировой центр радиационных данных [Электронный ресурс]: <http://wrdc.mgo.rssi.ru>
- 2 Руководство по актинометрическим измерениям. – РГП Казгидромет, Алматы. – 2006. – С. 178
- 3 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [Электронный ресурс]: <http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>
- 4 Meteonorm 7.1 Product Brochure [Электронный ресурс]: <http://www.meteonorm.com/images/>
- 5 Cano D., Monget J.-M., Albuissou M., Guillard H., Regas N., Wald L., 1986. A method for the determination of the global solar radiation from meteorological satellites data Solar Energy, 37, 1, 31-39.
- 6 Meteosat Solar Surface Irradiance and effective Cloud Albedo Climate Data records, 2014:33 [Электронный ресурс]: <http://www.cmsaf.eu/EN/Documentation/Documentation/PUM/>
- 7 Müller, Richard; Pfeifroth, Uwe; Träger-Chatterjee, Christine; Cremer, Roswitha; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer (2015): https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/SARAH/V001.
- 8 National Aeronautics and Space Administration [Электронный ресурс]: <http://power.larc.nasa.gov/>
- 9 Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat, Meteosat-East (SARAH-E), 2016 [Электронный ресурс]: http://dx.doi.org/10.5676/DWD/JECD/SARAH_E/V001
- 10 Surface meteorology and Solar Energy [Электронный ресурс]: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

References

- 1 Mirovoj centr radiacionnyh dannyh [Jelektronnyj resurs]: <http://wrdc.mgo.rssi.ru>
- 2 Rukovodstvo po aktinometrisheskim izmerenijam (2006) RGP Kazgidromet, Almaty. – 178 p.
- 3 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts [Jelektronnyj resurs]: <http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>
- 4 Meteonorm 7.1 Product Brochure [Jelektronnyj resurs]: <http://www.meteonorm.com/images/>
- 5 Cano D., Monget J.-M., Albuissou M., Guillard H., Regas N., Wald L. (1986) A method for the determination of the global solar radiation from meteorological satellites data Solar Energy, 37, 1, 31-39.
- 6 Meteosat Solar Surface Irradiance and effective Cloud Albedo Climate Data records (2014) [Jelektronnyj resurs]: <http://www.cmsaf.eu/EN/Documentation/Documentation/PUM/> – 33
- 7 Müller, Richard; Pfeifroth, Uwe; Träger-Chatterjee, Christine; Cremer, Roswitha; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer (2015): https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/SARAH/V001.
- 8 National Aeronautics and Space Administration [Jelektronnyj resurs]: <http://power.larc.nasa.gov/>
- 9 Surface Solar Radiation Data Set – Heliosat, Meteosat-East (SARAH-E) (2016) [Jelektronnyj resurs]: http://dx.doi.org/10.5676/DWD/JECD/SARAH_E/V001
- 10 Surface meteorology and Solar Energy [Jelektronnyj resurs]: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>