

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Гелиоэнергетические ресурсы Саратовской области**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 411 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Михайлова Николая Михайловича

Научный руководитель,  
профессор, д.г.н., доцент

\_\_\_\_\_

А.Б.Рыхлов

Заведующий кафедрой,  
д.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

М.Б. Богданов

Саратов 2017

**Введение.** Глобальная проблема встала во второй половине 20 столетия перед человечеством. Это проблема загрязнения окружающей среды продуктами сгорания органического топлива. Человек все больше заостряет своё внимание на экономической составляющей энергетики и требует экологически чистых энергетических производств. Из этого следует необходимость решения целого комплекса вопросов, среди которых поиск и разработка новых альтернативных экологичных технологий для выработки электроэнергии.

Важным аспектом применения альтернативных источников энергии считается их экологичность. В одном ряду с энергетической выгодой это будет главным в принятии заключения об повышении доли альтернативных источников энергии в энергетической промышленности [1].

Вероятностные возможности энергетики, основанной на использовании солнечного излучения, очень велики. Потребление всего лишь 0,0005% энергии Солнца обеспечило бы все сегодняшние потребности мировой энергетики, а 0,5% - полностью покрыли бы потребности на перспективу.

Солнечная энергия может быть использована для теплоснабжения (горячего водоснабжения, отопления), сушки различных продуктов и материалов, в сельском хозяйстве, в технологических процессах в промышленности.

Солнце - источник энергии колоссальной мощности. Достаточно всего 22 дня солнечного сияния по суммарной мощности, приходящей на Землю, чтобы сравняться со всеми запасами органического топлива на планете. На практике солнечная радиация может быть преобразована в электроэнергию непосредственно или косвенно.

Таким образом, использование энергии Солнца считается одним из довольно перспективных направлений в области энергетики. Возобновимость ресурсов, экологичность, отсутствие затрат на капремонт фотомодулей как минимум в течение первых 30 лет эксплуатации, в перспективе - пониженная стоимость по отношению к другим традиционным методам получения

электроэнергии - всё это является положительными сторонами солнечной энергетики [2].

Целью бакалаврской работы является оценка гелиоэнергетических ресурсов на территории Саратовской области при помощи расчетных методов.

В соответствии с целью в работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Ознакомление с общими сведениями и преобразовании солнечного излучения в виды энергии.

2. Рассмотрены необходимые климатические ресурсы для существования гелиоэнергетики.

3. Произведены необходимые актинометрические расчёты для территории Саратовской области.

4. Оценены перспективы использования гелиоэнергетических установок в Саратовской области.

В ходе бакалаврской работы была проведена оценка гелиоэнергетических ресурсов на территории Саратовской области. Произведен комплекс актинометрических расчетов для данной территории. В качестве исходных данных использовались метеорологические параметры, взятые из Справочника по климату СССР.

Для достижения цели были проведены расчеты для получения данных о прямой солнечной радиации, поступающей на южные склоны различной крутизны. Анализ проводился по трём метеорологическим станциям Саратовской области: Ростоши, Саратов, Ершов. Расчёты показали, что с увеличением склонения Солнца увеличивается количество суммарной радиации. Наибольшие значения солнечной энергии приходятся на теплое время года, а именно на июнь. на станции Ершов наблюдаются наибольшие значения прямой солнечной радиации, поступающей на южные склоны местности. Это может быть связано с её географическим расположением: станция находится южнее остальных.

Можно проследить зависимость приходящей солнечной радиации от крутизны склона. На крутизне склона  $20^{\circ}$  годовые значения прямой солнечной

радиации, приходящей на горизонтальную поверхность составляют более 3000 МДж/м<sup>2</sup>.

Среднегодовое количество суммарной солнечной радиации растёт в зависимости от склонения Солнца. При крутизне склона 20<sup>0</sup> южной широты, значения солнечной радиации достигают 425 МДж/м<sup>2</sup>. Наибольшие среднегодовые значения наблюдаются на станции Ершов.

Таким образом, гелиоэнергетический потенциал в Саратовской области можно оценить, как высокий. Наибольшие значения поступающей на поверхность земли солнечной энергии достигаются в теплое время года. Это можно считать благоприятным фактором, т.к. в это время происходит активное пользование энергией, такими как системы кондиционирования.

**Основное содержание работы.** Преобразованием энергии научные сотрудники занимаются более сотни лет. Создание энергии подразумевает её получение в удобном для применения виде, а само получение – всего лишь преобразование из одного вида энергии в иной вид.

В науке есть надлежащие методы высвобождения энергии, заключенной в веществе:

а) за счет изменения электронных связей атомов во время процесса химических реакций. Получаемую энергию вернее было бы именовать не химической, а атомной, т.к. ее высвобождение связано с существованием атомов (т. е. ядер с электронными оболочками);

б) за счёт конфигурации и разрушения связей между нуклонами тяжелых ядер при ядерных реакциях деления (ядерная энергия) или же соединения нуклонов нетяжёлых ядер при ядерных реакциях синтеза;

в) за счёт совершенного перевоплощения вещества в поле при реакциях аннигиляции простого и антиобычного веществ. Такую энергию возможно именовать аннигиляционной.

Два первых метода работают основой прогрессивной энергетики. 3-ий метод замечен сравнительно не так давно. Он находится в стадии первого шага изучения.

Энергетической почвой на нынешнее время считаются топливные припасы нефти, газа, угля, а еще энергия рек, припасы коих приблизительно 5% от всех припасов энергии на Земле. Не обращая внимания на это, они удовлетворяют в пределах 90% энергетических потребностей населения земли.

Подсчитано, что при прежнем уровне употребления энергии, без учета его подъема, ископаемых источников энергии остается ещё максимально на 100-150 лет. В данный подсчёт не входят другие информаторы энергии, такие как энергия ветра, солнечного излучения, морских приливов, тепла Земли и иные. Согласно таблице 1.1, энергия лишь только морских приливов выше суммарной энергии всех горючих веществ – газа, нефти и угля. Не считая этого, практически все направленности другой энергетики неопасны в экологическом отношении, чего невозможно заявить о тех же ТЭС.

Гелиоэнергетические климатические ресурсы — это есть ресурсы солнечной энергии, которые могут быть использованы для получения электрической энергии. Гелиоэнергетика так же, как и ветроэнергетика, считается довольно традиционным методом получения энергии. Она является, в настоящее время, одним из важнейших направлений развития современной энергетики.

Увеличение показателей 1—5 содействует наращиванию гелиоэнергетических ресурсов, а показателей 6—10 — их сокращению. При анализе общего воздействия всех предложенных показателей на значение гелиоэнергетических ресурсов наибольший вес придавался показателям 1—б, а оставшиеся четыре рассматривались как вспомогательные.

Получение и преобразование энергии Солнца осуществляются гелиосистемами различных видов. Термодинамические солнечные энергетические установки (СЭУ), представленные в виде плоских и фокусирующих вогнутых коллекторов (фокусирование увеличивает плотность потока энергии); фотогальваническими (батареи с фотоэлементом, преобразующим поглощаемую энергию в большей части спектра).

Термодинамические СЭУ с фокусирующим устройством воспринимают только лишь прямую радиацию. В России они используются крайне редко.

Таблица 3.1 - Диапазон изменения специализированных показателей гелиоэнергетических климатических ресурсов

Показатель	Единица измерения	Минимум	Максимум
1. Годовая сумма суммарной радиации на горизонтальную поверхность $Q_{гор}$	МДж/м <sup>2</sup>	2659	5019
2. Годовая сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность $f_{>год}$	»	768	2859
3. Годовая продолжительность солнечного сияния $SS_{ma}$	ч	1040	2397
4. Средняя суточная сумма суммарной радиации за радиационно-теплый период (апрель— сентябрь) $Q_{суг}^{-ix}$	МДж/м <sup>2</sup>	13,9	17,8
5. Число часов в среднем за год с мощностью суммарной радиации более 600 Вт/м <sup>2</sup> ( $Q > 600$ Вт/м <sup>2</sup> )	Ч	0,0	20,6
6. Коэффициент вариации годовых сумм суммарной радиации $cv$	%	4,1	8,5
7. Среднее годовое количество общей облачности	балл	5,3	7,4
8. Среднее годовое количество нижней облачности	»	2,3	5,5
9. Число дней без солнца	дни	37	137
10. Вклад суммарной радиации за радиационно-теплый период в годовую сумму $Q_{IV}/Q_{гг}$	%	65	94

Коллекторы без фокусирования и фотогальванические воспринимают суммарную радиацию, в следствии этого для изготовления и оценки

эффективности работы СЭУ важны сведения как о прямой, так и о суммарной солнечной радиации. Кроме того, необходимы сведения и о продолжительности солнечного сияния, так как высокочувствительные фокусирующие системы сверх чутко откликаются на временные изменения радиации.

Гелиоустановки подразделяются на две категории. Одни из них имеют тип «горячих ящиков», температура поверхности которых достигает 150 °С. Они могут рассматриваться как низкотемпературные. Другие – высокотемпературные (температура свыше 150 °С) с отражательными зеркалами, концентрирующими энергию Солнца. Одни из предложенных двух типов утилизируют прямую солнечную радиацию, а другие – суммарную. Основными методами преобразования солнечной энергии является: термодинамический цикл и фотоэлектрическое преобразование.

Режим работы СЭУ зависит от целого комплекса гелиофизических параметров, поэтому для решения гелиоэнергетических задач необходимо определить специальные характеристики, учитывающие как закономерный ход солнечной радиации, так и ее случайную изменчивость во времени, связанную с различными атмосферными явлениями.

С целью разработки и эксплуатации многих установок необходимы данные о прямой солнечной радиации, которая поступает на перпендикулярную к солнечным лучам наклонную поверхность.

Для оценки гелиоэнергетического потенциала региона были использованы данные из Справочника по климату о средних многолетних значениях солнечной радиации. Средние многолетние значения солнечной радиации, поступающей на земную поверхность единичной площади за определенный период времени, и продолжительность солнечного сияния в данной местности составляют природные солнечные ресурсы региона.

Основным видом информации о солнечной радиации принято считать актинометрическую информацию, получаемую с сети наземных актинометрических станций [24].

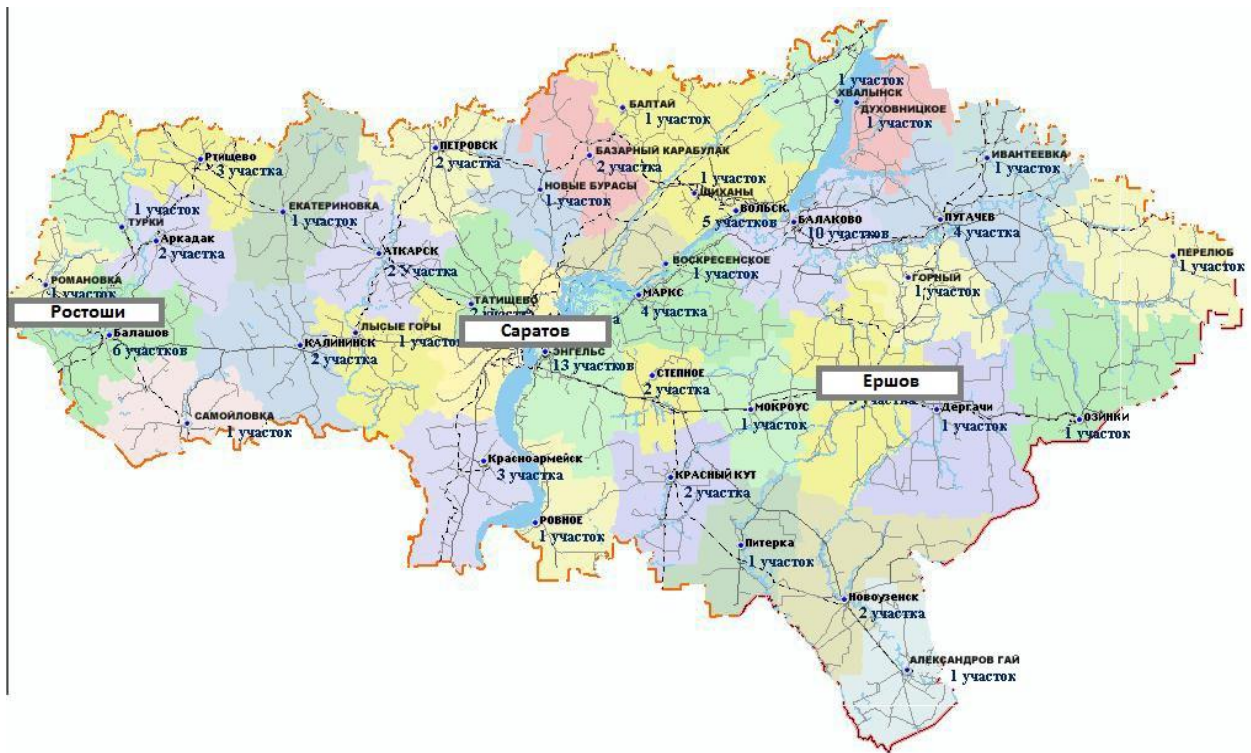


Рисунок 3.1 - Расположение метеорологических станций в Саратовской области  
(составлено автором)

Приборы, которые установлены на актинометрических станциях измеряют:

- прямую радиацию ( $S$ ), падающую на горизонтальную поверхность;
- полный радиационный баланс подстилающей поверхности ( $B$ );
- рассеяную радиацию ( $D$ );
- отраженную радиацию ( $R$ );

Прямая солнечная радиация, падающая на горизонтальную поверхность ( $S'$ ), определяется следующей формулой:

$$S' = S \sin h. \quad (4.1)$$

где,  $h$  - высота Солнца в момент проведения наблюдения,



h. находим как сумму:

$$\sin h. = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau \quad (4.2)$$

$\varphi$  - широта места,  $\delta$  - склонение Солнца над горизонтом,  $\tau$  - часовой угол Солнца.

Данные о значениях радиации, представленных в Справочнике по климату, употребляются в единице интенсивности  $\text{ккал}/\text{см}^2$ . Для перехода от употребляемых в Справочнике единиц интенсивности, следует использовать соотношение:

$$1 \text{ ккал}/\text{см}^2 = 4,19 \cdot 10^7 \text{ Дж}/\text{м}^2 = 41,9 \text{ МДж}/\text{м}^2$$

Анализ проводился по 3 метеорологическим станциям Саратовской области: Ростоши, Саратов и Ершов.

Таблица 3.2 - Прямая солнечная радиация ( $\text{МДж}/\text{м}^2$ ), поступающая на южные склоны различной крутизны (составлено автором)

5°													
Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ростоши	27	64	169	240	324	398	372	309	192	92	37	23	2246
Саратов	38	89	169	271	388	410	393	327	242	106	58	23	2514
Ершов	43	99	169	266	388	482	410	349	242	111	63	34	2657
10°													
Ростоши	32	75	184	251	327	398	372	318	201	105	43	27	2333
Саратов	45	104	184	284	392	410	393	336	253	122	68	27	2619
Ершов	52	116	184	279	392	482	410	359	253	127	74	40	2769
20°													
Ростоши	46	93	211	269	339	402	383	336	227	123	57	38	2524
Саратов	65	128	211	304	407	415	405	355	286	142	89	38	2846
Ершов	74	142	211	299	407	487	422	379	286	148	98	57	3012

По данным таблицы можно сделать вывод, что на станции Ершов наблюдаются наибольшие значения прямой солнечной радиации, поступающей на южные склоны местности. Это может быть связано с её географическим расположением: станция находится южнее остальных.

Можно проследить зависимость приходящей солнечной радиации от крутизны склона. На крутизне склона  $20^{\circ}$  годовые значения прямой солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность составляют более 3000 МДж/м<sup>2</sup>.

Наибольшие показатели прямой солнечной радиации наблюдаются в теплое время года. На станции Ершов данный показатель в июле достигает значения 487 МДж/м<sup>2</sup>

Таблица 3.3 - Суммарная солнечная радиация (МДж/м<sup>2</sup>), поступающая на южные склоны различной крутизны (составлено автором)

5 <sup>0</sup>													
Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ростоши	106	186	370	449	592	670	657	540	364	200	112	81	361
Саратов	109	202	391	485	665	695	674	574	410	223	125	69	385
Ершов	127	216	404	522	652	738	670	575	418	216	126	84	396
10 <sup>0</sup>													
Ростоши	112	197	385	461	595	670	657	549	372	214	119	85	368
Саратов	116	217	406	497	669	695	674	583	421	239	135	73	394
Ершов	135	233	419	535	656	738	670	585	429	232	137	91	405
20 <sup>0</sup>													
Ростоши	126	214	412	479	608	674	668	567	399	232	132	97	384
Саратов	136	241	433	518	684	699	685	602	454	259	156	84	413
Ершов	158	260	446	555	671	743	682	605	462	253	160	107	425

Как видно из расчетов, с увеличением склонения Солнца увеличивается количество суммарной радиации. Наибольшие значения солнечной энергии приходятся на теплое время года, а именно на июнь. Разница между декабрем и июнем достигает более чем 600 МДж/м<sup>2</sup>.

По данным таблицы можно сделать вывод, что среднегодовое количество суммарной солнечной радиации растёт в зависимости от склонения Солнца. При крутизне склона  $20^{\circ}$  южной широты, значения солнечной радиации достигают 425 МДж/м<sup>2</sup>. Наибольшие среднегодовые значения наблюдаются на станции Ершов.

Таким образом, гелиоэнергетический потенциал в Саратовской области можно оценить, как высокий. Наибольшие значения поступающей на поверхность земли солнечной энергии достигаются в теплое время года. Это можно считать благоприятным фактором, т.к. в это время происходит активное пользование энергией, такими как системы кондиционирования.

**Заключение.** В ходе бакалаврской работы была проведена оценка гелиоэнергетических ресурсов на территории Саратовской области. Произведен комплекс актинометрических расчетов для данной территории. В качестве исходных данных использовались метеорологические параметры, взятые из Справочника по климату СССР.

Для достижения цели были проведены расчеты для получения данных о прямой солнечной радиации, поступающей на южные склоны различной крутизны. Анализ проводился по трём метеорологическим станциям Саратовской области: Ростоши, Саратов, Ершов. Расчёты показали, что с увеличением склонения Солнца увеличивается количество суммарной радиации. Наибольшие значения солнечной энергии приходятся на теплое время года, а именно на июнь. на станции Ершов наблюдаются наибольшие значения прямой солнечной радиации, поступающей на южные склоны местности. Это может быть связано с её географическим расположением: станция находится южнее остальных.

Можно проследить зависимость приходящей солнечной радиации от крутизны склона. На крутизне склона  $20^{\circ}$  годовые значения прямой солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность составляют более 3000 МДж/м<sup>2</sup>.

Среднегодовое количество суммарной солнечной радиации растёт в зависимости от склонения Солнца. При крутизне склона  $20^{\circ}$  южной широты, значения солнечной радиации достигают 425 МДж/м<sup>2</sup>. Наибольшие среднегодовые значения наблюдаются на станции Ершов.

Таким образом, гелиоэнергетический потенциал в Саратовской области можно оценить, как высокий. Наибольшие значения поступающей на

поверхность земли солнечной энергии достигаются в теплое время года. Это можно считать благоприятным фактором, т.к. в это время происходит активное пользование энергией, такими как системы кондиционирования.