

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра метеорологии и климатологии

**Гелиоэнергетические ресурсы в разных регионах России**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 215 группы

направления 05.04.05. Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Савченко Анастасии Дмитриевны

Научный руководитель

доцент, к.г.н., доцент

С.В. Морозова

Зав. Кафедрой

к.г.н., доцент

М.Ю. Червяков

Саратов 2022

**Введение.** Вид энергетики, который основан на применении солнечного излучения для получения энергии называется гелиоэнергетика. Источник, из которого гелиоэнергетика получает энергию — это солнце, поэтому она является экологически чистой, не выделяющей никаких вредных отходов.

Существует два вида гелиоэнергетики: биологическая и физическая.

Биологическая гелиоэнергетика использует солнечную энергию, которая накапливается в растениях в процессе фотосинтеза. Чаще всего речь идет о сжигании древесины. К этому виду гелиоэнергетики также относится выработка биогаза, который образуется при нагревании до 400-700°C бытовых органических отходов на специальных установках.

Физическая гелиоэнергетика предполагает преобразование солнечного излучения в другие виды энергии при помощи солнечных коллекторов, полупроводников или системы зеркал.

Целью работы является исследование количества солнечной инсоляции с 2006г. по 2020г. и оценка перспектив развития гелиоэнергетики в выбранных регионах России.

Для исследования были выбраны следующие города: Якутск (республика Саха), Чита (Забайкальский край), Барнаул (Алтайский край), Иркутск (Иркутская область), Благовещенск (Амурская область), Новосибирск (Новосибирская область), Оренбург (Оренбургская область), Саратов (Саратовская область), Самара (Самарская область).

Объектом исследования является количество солнечной инсоляции с 2006 г. по 2020г.

Практическая значимость работы заключается в том, что по рассчитанным данным можно сделать вывод о пригодности территории для развития солнечной энергетики в выбранных районах.

В структурном отношении представленная к защите магистерская работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников и приложения.

## 1 Состояние и перспективы использования гелиоэнергетики в мире

Солнечную энергетику стремятся развивать во многих странах мира, считая ее главной альтернативой традиционным энергоносителям. Германия, являясь далеко не солнечной страной, стала мировым лидером в этой сфере. Совокупная мощность СЭС Германии растет год от года (табл. 1). Seriously занимаются разработками в области энергии солнца и в Китае. Согласно оптимистичному прогнозу InternationalEnergyAgency, солнечные электростанции к 2050 году смогут производить до 20-25% мировой электроэнергии.

Таблица - 10 стран лидеров по использованию солнечной энергии (2015 г) [1]

Страна	Установленная мощность (ГВт)	Доля в общемировой солнечной генерации (%)
1. Германия	35.3	25.5
2. Китай	19.9	14.3
3. Италия	17.5	12.5
4. Япония	13.5	9.7
5. США	12.2	8.7
6. Испания	5.3	3.8
7. Франция	4.6	3.3
8. Великобритания	3.4	2.4
9. Австралия	3.2	2.3

10. Бельгия	2.8	2
-------------	-----	---

### **Состояние гелиоэнергетики в России**

Ввиду расположения России (между 41 и 82 градусами северной широты) уровень солнечной радиации существенно варьируется: от 810 кВт·час/м<sup>2</sup> в год в отдаленных северных районах до 1400 кВт·час/м<sup>2</sup> в год в южных районах. На уровень солнечной радиации оказывают влияние и большие сезонные колебания: на ширине 55 градусов солнечная радиация в январе составляет 1,69 кВт·час/м<sup>2</sup>, а в июле – 11,41 кВт·час/м<sup>2</sup> в день.

Наиболее перспективные регионы в плане использования солнечной энергетики: Калмыкия, Ставропольский край, Ростовская область, Краснодарский край, Волгоградская область, Астраханская область и другие регионы на юго-западе, Алтай, Приморье, Читинская область, Бурятия и другие регионы на юго-востоке. Причем некоторые районы Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока превосходит уровень солнечной радиации южных регионов. Так, например, в Иркутске (52 градуса северной широты) уровень солнечной радиации достигает 1340 кВт·час/м<sup>2</sup>, тогда как в Республике Якутия-Саха (62 градуса северной широты) данный показатель равен 1290 кВт·час/м<sup>2</sup>.

В настоящее время Россия обладает передовыми технологиями по преобразованию солнечной энергии в электрическую. Есть ряд предприятий и организаций, которые разработали и совершенствуют технологии фотоэлектрических преобразователей: как на кремниевых, так и на многопереходных структурах. Есть ряд разработок использования концентрирующих систем для солнечных электростанций.

## 2 Гелиоэнергетические установки

Гелиоустановки подразделяются на две категории. Одни из них типа «горячих ящиков» (без концентрации энергии), температура поверхности которых достигает 100-150°C, могут рассматриваться как низкотемпературные. Другие – высокотемпературные (свыше 150°C) с отражательными зеркалами, концентрирующими энергию Солнца. Одни из них утилизируют прямую солнечную радиацию, другие – суммарную.

Солнечные параболические концентраторы. В этих установках используются параболические зеркала (лотки), которые концентрируют солнечный свет на приемных трубках, содержащих жидкость-теплоноситель. Эта жидкость нагревается почти до 400°C и прокачивается через ряд теплообменников; при этом вырабатывается перегретый пар, приводящий в движение обычный турбогенератор для производства электричества. Как правило, такие установки включают в себя одноосные или двухосные системы слежения за Солнцем. В редких случаях они являются стационарными.

Гелиоэлектростанции. В настоящее время строятся солнечные электростанции в основном двух типов: СЭС башенного типа и СЭС распределенного (модульного) типа.

Кроме того, все гелиоэнергетические установки можно разделить на утилизирующие прямую и суммарную солнечную радиацию. Имеются и различия в их конструкции. Приемники одних могут располагаться горизонтально, другие – под некоторым оптимальным углом к горизонту, третьи могут располагаться перпендикулярно солнечным лучам с помощью специальной ручной или автоматической регулировки (следающей системы).

### 3 Гелиоэнергетические климатические ресурсы

Гелиоэнергетические климатические ресурсы - ресурсы солнечной энергии, которые могут быть использованы для получения электрической энергии.

Таблица - Диапазон изменения специализированных показателей гелиоэнергетических климатических ресурсов. (составлено автором)

Показатель	Единица измерения	Минимум	Максимум
1. Годовая сумма суммарной радиации на горизонтальную поверхность $Q_{год}$	МДж/м <sup>2</sup>	2659	5019
2. Годовая сумма прямой радиации на горизонтальную поверхность $S_{год}$	“	768	2859
3. Годовая продолжительность солнечного сияния $SS_{год}$	ч	1040	2397
4. Средняя суточная сумма суммарной радиации за радиационно-теплый период (апрель-сентябрь) $Q_{сут, IV-IX}$	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 $C_v$	%	4,1	8,5
7. Среднее годовое количество общей облачности $n_{общ}$	балл	5,3	7,4
8. Среднее годовое количество нижней облачности $n_{ниж}$	“	2,3	5,5
9. Число дней без солнца	дни	37	137
10. Вклад суммарной радиации за радиационно-теплый период в годовую сумму $Q_{IV}/Q_{год}$	%	65	94

Рост показателей 1-5 способствует увеличению гелиоэнергетических ресурсов, а показателей 6-10 - их уменьшению. При анализе совместного

влияния всех этих показателей на значение гелиоэнергетических ресурсов наибольший вес придавался показателям 1-6, а оставшиеся четыре рассматривались как дополнительные.

#### 4 Гелиоэнергетические ресурсы в разных регионах России

С помощью выбранного источника были взяты данные солнечной инсоляции (кВт·ч/м<sup>2</sup>) с 2006г по 2020г в следующих городах : Якутск (республика Саха), Чита (Забайкальский край), Барнаул (Алтайский край), Иркутск (Иркутская область), Благовещенск (Амурская область), Новосибирск (Новосибирская область), Оренбург (Оренбургская область), Саратов (Саратовская область), Самара (Самарская область).

Максимальное количество солнечной инсоляции в период с 2006г по 2020г наблюдалось в трех городах – Чита (Забайкальский край), Благовещенск (Амурская область) и Оренбург (Оренбургская область). в приложении.

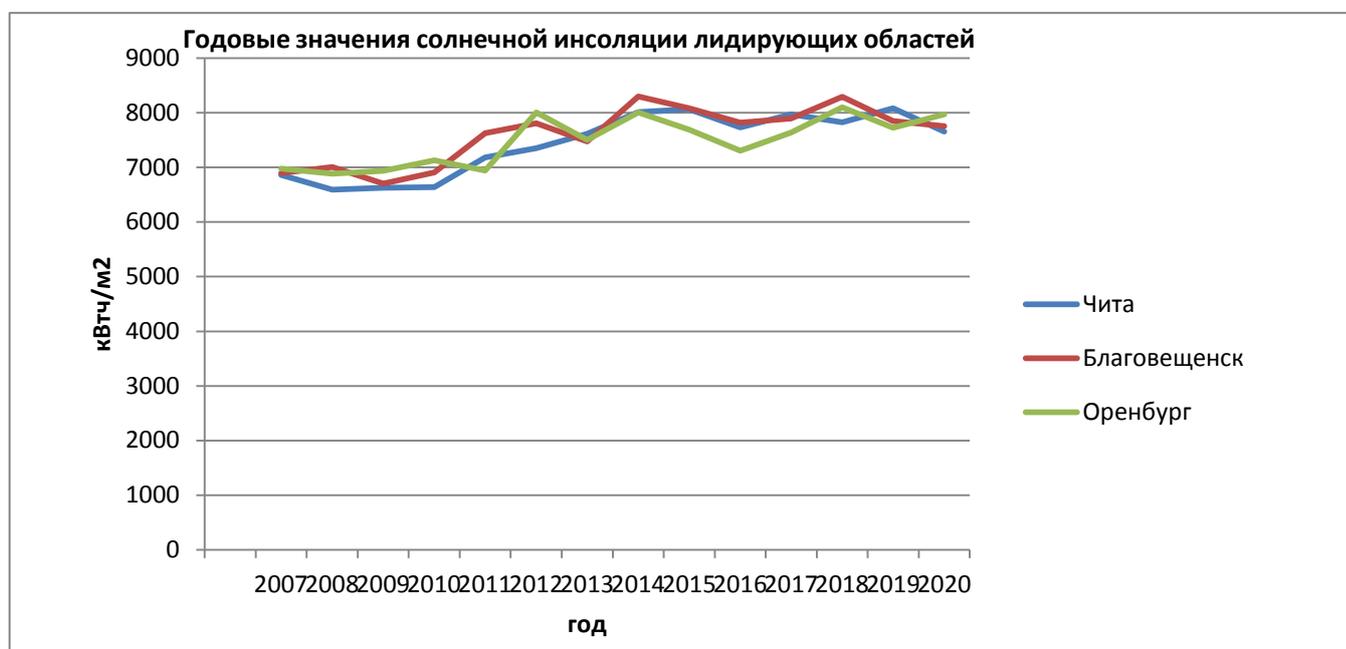


График - Максимальное количество солнечной инсоляции в период с 2007г по 2020г (составлено автором)

На примере г.Саратов в 2010 году рассмотрим изменение количества Солнечной инсоляции в течение года.



График - Солнечная инсоляция в г. Саратов 2010г. (составлено автором)

Из графика следует, что слабый рост количества солнечной инсоляции наблюдается с января по февраль. Более активный рост наблюдается с марта по май. Своего максимума солнечная инсоляция достигает в июле. Это объясняется большим количеством солнечных дней и большей продолжительностью светового дня, согласно таблице 6. Спад наблюдается с августа по декабрь. Минимальные значения инсоляции в зимнее время характеризуется малой освещенностью и коротким световым днем.

Годовой ход инсоляции по всем станциям имеет 1 максимум и 1 минимум. Данная особенность характерна всем станциям и обуславливается положением солнца. Однако, выделяются «пики» на кривых для Якутск и

Саратова. По-видимому, эти «пики» связаны с влиянием облачности. Минимум в Якутске в мае можно объяснить увеличением пасмурных дней, а максимум в Саратове – увеличением повторяемости безоблачного неба.

Изменение облачности определяется барическим рельефом, но исследование не преследовало такой цели.

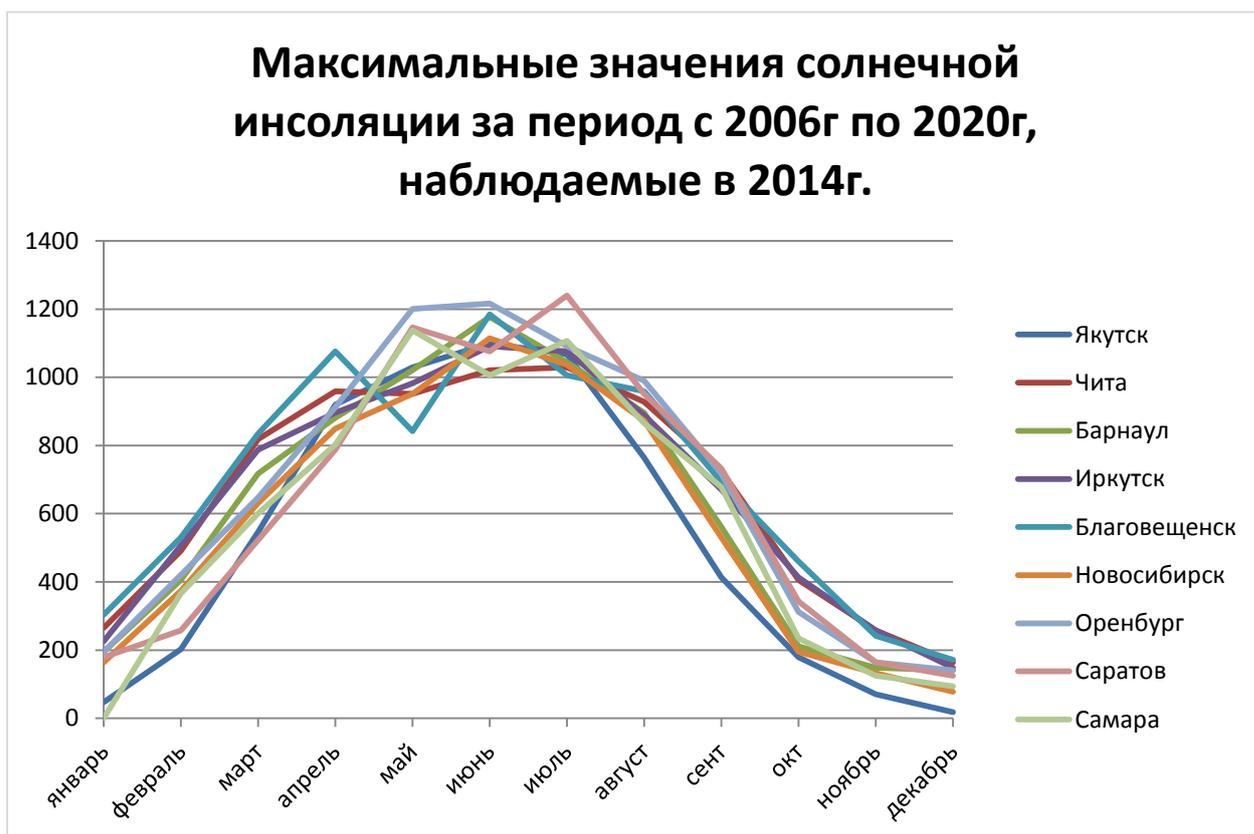


График - Максимальные значения солнечной инсоляции за период с 2006г. по 2020г, наблюдаемые в 2014г. (составлено автором)

В рассматриваемый период с 2006г. по 2020г., солнечная инсоляция в выбранных районах достигла максимума в 2014 году.



График - среднегодовые значения солнечной инсоляции в период с 2007 по 2020г.

При изучении рисунка можно сделать несколько выводов:

- а) Усредненные годовые значения солнечной инсоляции во всех пунктах дают возможность заметить изменения климата на обширной территории России.
- б) Резкий рост данных инсоляции с 2006 по 2007г обуславливается отсутствием данных с января по июнь 2006г. (таблица 1 в приложении).
- в) С 2008 по 2011г происходит спад количества инсоляции, но, следом, с 2011г по 2012г происходит рост.
- г) Максимальное значение солнечной инсоляции наблюдается в 2014 году.

д) С 2016 по 2020г изменения малозаметны

Таблица - Количество солнечных, облачных и пасмурных дней в выбранных регионах России[22]

	Кол-во солнечных дней	Кол-во облачных дней	Кол-во пасмурных дней
Якутск	78	68	221
Чита	147	129	89
Барнаул	109	96	161
Иркутск	129	112	123
Благовещенск	159	165	31
Новосибирск	93	84	186
Оренбург	133	94	136
Саратов	127	102	139
Самара	126	92	148

Высокое количество солнечной инсоляции, солнечных дней и высокая продолжительность солнечного сияния говорит о том, что процесс внедрения солнечной энергетики в выбранных регионах имеет прорывной характер

Подводя итог, можно сделать выводы, что

1 Активное развитие гелиоэнергетики в рассматриваемых районах обуславливается большим количеством ясных дней, высокой продолжительностью солнечного сияния и значительным количеством солнечной инсоляции. Рельеф и свободная территория каждой из рассматриваемых областей имеет огромный потенциал для установки СЭС

2 Максимальное количество солнечной инсоляции в период с 2006г по 2020г наблюдалось в трех городах – Чита (Забайкальский край), Благовещенск (Амурская область) и Оренбург (Оренбургская область).

3 В рассматриваемый период с 2006г. по 2020г., солнечная инсоляция в выбранных районах достигла максимума в 2014 году

4 Количества солнечной инсоляции, солнечных дней и высокой продолжительностью солнечного сияния достаточно для развития гелиоэнергетики в выбранных районах.

Таким образом, настоящая работа объединяет широкий круг задач, решение которых ориентировано на региональные аспекты развития солнечной энергетики в рассматриваемых областях.