



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности
предприятий природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему Солнечная радиация в Краснодарском крае и её использование для целей
гелиоэнергетики

Исполнитель Степанян Оганес Мигранович

Руководитель д.г.н., профессор Яйли Ервант Аресович

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«17» июня 2020 г.

Туапсе
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Физико-географическая характеристика и климатические особенности Краснодарского края.....	5
1.1 Географическое положение Краснодарского края.....	5
1.2 Климат Краснодарского края.....	16
2 Общие сведения о солнечной радиации.....	23
2.1 Солнечная радиация и её характеристики.....	23
2.2 Проведение актинометрических наблюдений.....	28
3 Режим солнечной радиации и использование её в Краснодарском крае.....	40
3.1 Характеристика и распределение солнечной радиации.....	40
3.2 Использование солнечной энергии на территории Краснодарского Края.....	48
Заключение.....	53
Список использованной литературы.....	55

Введение

Среди проблем, волнующих человечество, наиболее острыми в настоящее время считаются проблемы продовольствия, народонаселения, загрязнения окружающей среды, истощаемости природных ресурсов. Причем, неотъемлемой частью каждой из них являются энергетические проблемы, которые напрямую или опосредованно влияют на человечество, общество и окружающую среду в целом [6, с. 28].

Основным естественным источником энергии всех природных процессов, протекающих на земном шаре, является солнечная энергия, представляющая собой электромагнитное излучение Солнца. Солнечная радиация, равно как и тепловая энергия ядра Земли, – относится к возобновляемым источникам энергии.

В настоящее время во всех странах мира для удовлетворения хозяйственных нужд широко используются не возобновляемые энергетические ресурсы (каменный уголь, нефть, природный газ, ядерное топливо и др.). При этом высокоразвитые страны с населением, составляющим 25% всех жителей земного шара, потребляют 75% всей электроэнергии, 79% топлива и 85% древесины. Мировые потребности в энергии возрастали на протяжении всего периода ее цивилизованной истории, все это приводит к истощению энергетических запасов, по оценкам экспертов к 2025 г. может возникнуть их дефицит [6, с. 29].

Развитие энергетики с использованием возобновляемых источников энергии – отличное решение для Краснодарского края, щедро одаренного природой разнообразными ресурсами. Экологическая чистота и безопасность ВИЭ важны для всех экономических отраслей края.

Актуальность исследований заключается в изучении пространственно-временного распределения солнечной радиации на территории Краснодарского края, знание которых необходимо для различных отраслей экономики края, в том числе проведения гелиоэнергетических расчетов.

Объект исследования – солнечная радиация.

Предмет исследования – распределение солнечной радиации по Краснодарскому краю.

Цель исследований – анализ пространственно-временного распределения характеристик солнечной радиации на территории Краснодарского края.

Для достижения поставленной цели в данной работе необходимо решение следующих задач:

- изучить особенности рельефа и климата края;
- рассмотреть виды приходящей солнечной радиации;
- изучить методы и средства измерения солнечной радиации;
- провести анализ пространственно-временного хода солнечной радиации Краснодарского края.

1 Физико-географическая характеристика и климатические особенности Краснодарского края

1.1 Географическое положение Краснодарского края

Краснодарский край расположен рядом с границей двух частей света: Европы и Азии, занимая юго-западную часть большого Кавказа. Протяженность территории с севера на юг составляет около 372 километров, с запада на восток – 380 км. Площадь края – около 76 тысяч км², что превышает размеры многих государств Закавказья, Балтии и Западной Европы [9, с. 44].

Северные и северо-восточные границы проходят по Ростовской области, восточные и юго-восточные по Ставропольскому краю, южные примыкают к Абхазии а северо-западные омываются относительно неглубоким и холодным Азовским морем, юго-западные теплым круглый год незамерзающим средней соленностью (28‰)Черным морем (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Географическое положение Краснодарского края

Общая площадь с республикой Адыгеей составляет 83.6 тыс. км². Благоприятный климат, равнинный рельеф, располагают к использованию более 60% (52.4 тыс. км²) территорий под сельскохозяйственные угодья, а

около 40 % (15 тыс. км²) покрыто лесами.

Север и центральная часть края, как бы является продолжением Русской равнины и тесно связаны с ней по климату и рельефу местности, соответствующей растительностью и историческим сложением территории (рисунок 1.2).

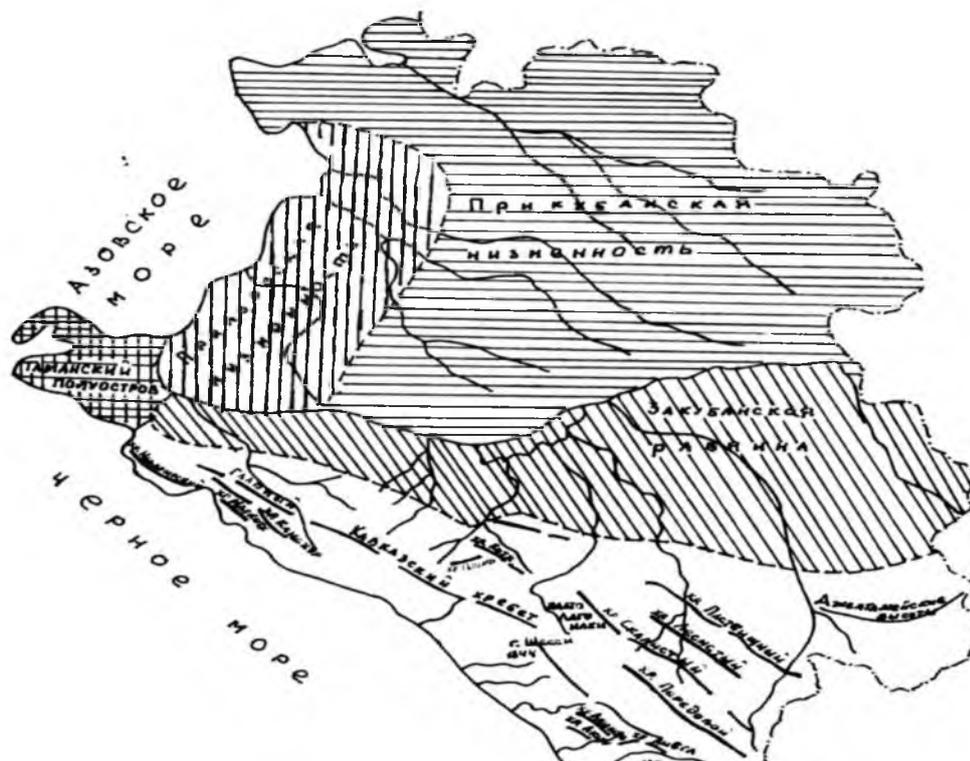


Рисунок 1.2 – Типы рельефа Краснодарского края

Между тем, характер поверхности центральной и северной части равнины, относительно не однородны (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Характер поверхности центральной и северной Кубанской равнины

1	Кубанско-Приазовская (Прикубанская) низменность (северная и часть правого берега Кубани),
2	Прикубанская наклонная равнина, Закубанская равнина (восточная и часть центрального левобережья)
3	Приазовская дельтовая низменность (Таманский п/о и северо-западные приазовские степи)

Приазовская низменность охватывает современные и древние дельтовые районы (Кубани, Бейсуга, Челбаса). Под покровом лессовидных суглинков

здесь можно встретить древнеаллювиальные пески и глины, на некоторой глубине – древнедельтовые засоленные отложения. На поверхности местами видны следы дельтовых протоков.

Прикубанская низменность – самая обширная и типичная часть Кубанской равнины – в ряде мест имеет плоский рельеф, нарушаемый слабо врезанными долинами рек с пологими берегами, а на Ейском полуострове – просадочными западинами. Прикубанская низменность медленно повышается в направлении на юго-восток и вблизи Ставропольской возвышенности достигает 150 м над уровнем моря.

Закубанская равнина находится в полосе предгорного прогиба со сложным геологическим строением. У ее поверхности под лессовидными отложениями залегают древнеаллювиальные глины, пески и галечники на размытых речных террасах реки Кубани и ее некоторых притоков. Западная часть Закубанской равнины представляет собой довольно узкую низменную полосу, зажатую между рекой Кубанью и горами, северная окраина этой полосы заболочена (Закубанские плавни). Восточная часть, гораздо более широкая, у реки Кубани представляет собой низменность, незаметно переходящую в предгорную повышенную равнину, которая на южной окраине Джелтмесских высот обрывается крутым уступом, образуя куэсту. В районе Джелтмесских высот на морских отложениях неогена залегают покровные галечники. Полоса размыва морских отложений палеогена отделяет уступ куэсты от невысоких хребтов, сложенных породами мелового периода, где имеется вторая куэста, также с уступом, обращенным на юг.

Хребты Большого Кавказа начинаются невысокими грядами у Анапы и Гостагаевской. Северо-западная оконечность Большого Кавказа, занятая невысокими хребтами, называется иногда Черноморской цепью, состоит из трех-четырех хребтов, расположенных более или менее параллельно друг другу. Вся эта система хребтов расчленена на отдельные отрезки многочисленными небольшими реками и ручьями. По северному склону стекают реки Абин, Ахтырь, Хабль, Иль, по Южному – Мезыб, Пшада, Вулан,

Джубга и другие. Водораздел между реками северного и южного склонов переходит с одного хребта на другой. Одним сплошным водораздельным хребтом является только Главный хребет, начиная от вершины Чугуш и далее на юго-восток.

Простираясь к югу Кубанской равнины, около 30% от всей территории края, она представлена абсолютно иным рельефом местности и заметно переходит в горную систему Большого Кавказа с относительно высокими точками над уровнем моря. По восточной части границы примыкают к западным склонам Ставропольской возвышенности, а в западной находится Таманский полуостров, который нельзя полностью отнести ни к горной, ни к равнинной части территории края (рисунок 1.3).

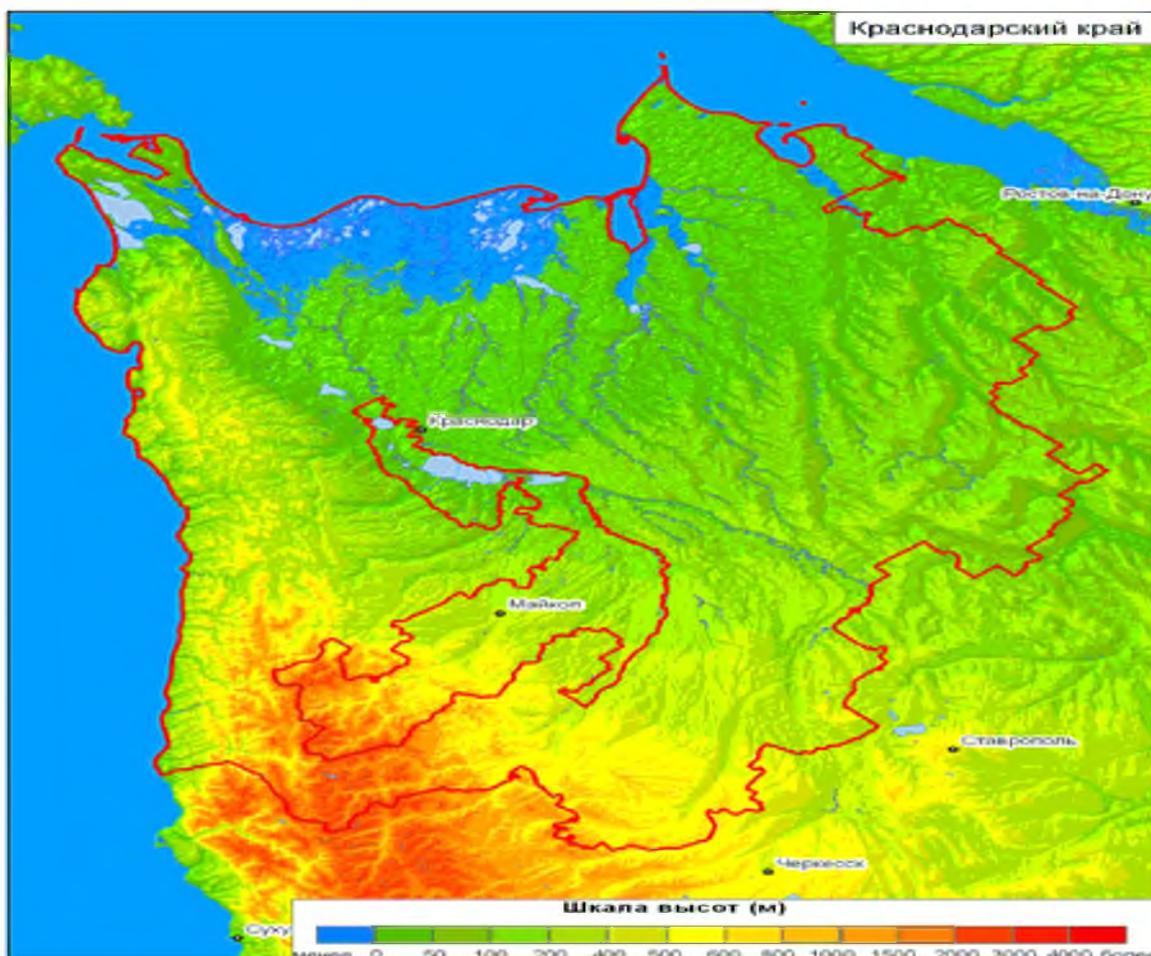


Рисунок 1.3 – Разнообразие уровней высот территории Краснодарского края

Современный рельеф края весьма разнообразный. Он сформировался в

результате взаимодействия внутренних тектонических сил, определивших крупные его черты, и внешних денудационных сил, придавших этим крупным формам различный облик. В крае прослеживается четкая взаимосвязь между рельефом и геологическим строением территории.

Учитывая довольно длительный около, или более сотен миллионов лет назад, геологический процесс, сменявший периодически опускания и поднятия, отрезков суши в нынешних территориях Северо-Западного Кавказа сформировались горные породы почти всех возрастов геологической истории нашей планеты, начиная от докембрийских (верхнепротерозойских) пород до современных.

Такое распределение рельефа не случайно. Под Кубанской равниной залегает обширный массив кристаллических, осадочных и метаморфических пород докембрия и палеозоя, своего рода фундамент, на котором расположена толща более молодых осадочных пород. Этот мощный, жесткий и устойчивый фундамент после своего образования препятствовал формированию здесь молодых гор.

Неровности фундамента были заполнены осадочными породами – образовалась тектоническая структура типа плиты или платформы – Скифская плита. Южнее, в горной части, такой фундамент оказался разломан 98 8 132 8 14 30 18 86 7 тектоническими движениями, подвергался неоднократным затоплениям морем и новым поднятиям.

Эти исторические геологические преобразования привели к современному разнообразию состоящие из высоких и низких гор, возвышенностей от 300 и более метров высоты небольших холмиков и гряд различной величины и наконец относительно ровные глади - равнины.

Под ней расположены осадочные породы докембрия и палеозоя, который, сдерживал образование молодых гор.

Кубанская равнина, местами низменная, местами повышенная, протянулась от Кумо-Манычской впадины до Кавказских гор (таблица 1.2). Большая часть Кубанской равнины располагается с уклоном на северо-запад, к

Азовскому морю, будучи ниже 200 м над уровнем моря, тогда как юго-восточный или левый берег реки Кубань, незначительно повышаясь увеличивается в высоту, возвышаясь превышает высоты более 200м над уровнем моря [9, с. 76].

Таблица 1.2 – Высоты над уровнем моря по территории края

№ п/п	Территории Кубани	Высота над уровнем моря в разных частях равнины
1	в дельте Кубани	1-2 м
2	у Славянска-на-Кубани	12 м
3	у Ейска	20 м
4	у Краснодара	34-35 м
5	у Тихорецка	88 м
6	у Кропоткина	128 м
7	к югу от Лабинска	300 м
8	к западу от Отрадной (Джелтмесские высоты)	800-900 м

Вдоль Черноморского побережья от Туапсе до Новороссийска вытянулись прибрежные хребты, состоящие большей частью из лесом покрытых разной высоты горных гряд и возвышений. Среди них особо выделяется хребет Маркхот, протянувшийся вдоль моря от Новороссийска к Геленджикю. Состоящий большей частью из мергелевых пород мелового периода, в районе Геленджика он возвышается до 763 м над уровнем моря.

На запад от Новороссийска на полуострове, протянулся Навагинский хребет с вершинами: Сахарная голова – 540 м и Мысхако – 440 м над уровнем моря

Здесь параллельно на разных уровнях, то поднимаясь или опускаясь, ближе к морскому побережью или относительно удаленно, расположены разные хребты от высот 452 м (хребет Дооб), до 905 м хребет Коцехур с вершиной Тхаб.

Неоднородны по своей высоте располагаются возвышенности между севером Горячий Ключ и береговой частью моря.

Именно здесь на этом промежутке территории встречаются довольно высокие вершины, которые в меньшей или большей степени влияют на

климатические условия побережья или близрасположенных территорий. Наименьшие из них гора Псиф до 853 м или Агой до 994 м.

Однако более южнее за Гойхтским перевалом (334 м), имеются вершины более 1000 м: к примеру, известные туристические точки восточнее Туапсе - Семашхо (1032 м) и Шепси (1836 м) и более интересные и отличающиеся необычайной красотой природы относительно высокие известковые массивы Фишт высотой 2852 м и Оштен высотой 2808 м. Уникальностью рельефа отличаются северные отроги гор к которым примыкает плато Лагонаки.

Неподалеку от пос. Хамышки в направлении востока на хребте Центрального Кавказа, возвышается самая высокая гора всего Кавказа – Эльбрус. Остальные части Передового хребта в основном представлены массивы с крутыми или пологими склонами, обрывающимися в долины рек.

К числу таких глыбовых хребтов относятся Магишо – 3157 м, Дженту – 2891 и 2587 м, Маркопидж – 2217 м, Большой Пцицер – 2259 м, расположенные между Большой и Малой Лабой [13, с. 14].

На междуречье Белой и Малой Лабы находятся: большой Бамбак – 2784 м, Ятыргварта – 2758 м, Большие и Малые Балканы – 2700 м, к ним с севера примыкают Большой Тхач – 2370 м и Ачешбок – 2475 м. Передовой хребет не везде четко отделен так называемой южной депрессией от Главного хребта.

В промежутке между Передовым хребтом и береговой зоной Черноморского побережья встречаются три перевала: Гузерипльский (вблизи пос. Гузерипль), Белореченский (вблизи Фишта) и Черкесский. Белореченский перевал (через Главный хребет) – самый высокий – до 1788 м над уровнем моря.

К юго-востоку от перевала находятся горные массивы и хребты зоны Главного хребта: Чугуш – 3240 м, Псеашха – 3255 м, Аишха – 2357 м, Цахвоа – 3346 м и массив Акварагварта, который раньше считали высшей точкой Краснодарского края под наименованием пика Смидовича. В разных источниках указывалась разная высота этой вершины: 3454 м, 3359 м и 3141 м.

Особым ландшафтом отличается все побережье Черного моря

протяженность около 400 км, где почти не встречаются равнины, более высокие хребты, у самого берега моря представлены террасами и обрывистыми скалами. Высота этих скал и обрывов варьирует от 4–5 м в отдельных более ровных местах до 150–160 м над уровнем моря [8, с. 211].

По данным ученых, в крае встречается более 3000 видов растений. Высокое видовое разнообразие растительности тесно связано с географическим положением территории, многообразием форм рельефа, климатических условий, которые, в свою очередь, определили расположение природных зон в крае.

Определенные сочетания растений образуют растительный покров. Основными типами растительности в крае являются горная и равнинная. Поскольку равнинная часть края расположена преимущественно в степной зоне, то для нее будет характерен травянистый тип растительности. В горной же части края четко выражена вертикальная поясность со сменой растительности в зависимости от высоты, направления и расположения склонов и прочих условий.

Растительность равнинной части. Обширную территорию в северной части края занимает степная растительность. Степи при почти полном отсутствии леса протянулись от границ с Ростовской областью до берегов Кубани (за исключением части края, примыкающей к бассейну Азовского моря и дельты Кубани).

Сейчас в местах, где когда-то произрастали степные ковыли, пырей, вика, тимофеевка и прочее степное разнотравье, на распаханых землях колосятся хлеба. А травы, обладающие лечебными свойствами, специально выращиваются на полях в качестве сырья для лекарственной промышленности [23, с. 58].

Большая часть из огромного множества рек характерных для Кубани покрыта самой разнообразной растительностью от ценных твердолиственных пород, таких как дуб, бук, граб, мягколиственных осина, ольха, и другой древесной растительности, таких как орешник, дикий миндаль, а колючий терн,

родедондроны образуют зачастую густые непроходимые леса.

К сожалению, за последние десятилетия, интенсивное строительство и вообще бурно развивающаяся хозяйственная деятельность приводит к уничтожению ценных пород деревьев, таких как каштан, дуб, бук граб и на смену им леса зарастают мелкой порослью. Все чаще здесь можно встретить: татарский клен, яблоню, черный и белый тополь, дикую грушу, бузину, а из кустарников терн, шиповник, ежевику и другие.

По мнению кубанского ученого - географа А. М. Канонникова, в настоящее время степная растительность сохранилась на Таманском полуострове, в долине р. Уруп единично или группами растений ковыль и типчак встречаются на южных склонах невысоких горных хребтов – на Маркотхе у Геленджика и поселка Кабардинка, на г. Собер-Оашх, у станицы Дербентской.

Границы высотных поясов в крае имеют некоторое своеобразие, обусловленное многими причинами. Особенность климатических условий, близость двух морей и разнообразие экспозиции склонов, тысячелетиями сложившиеся материнские породы и сформировавшие современный, химический состав почв, одновременно с этим бурная хозяйственная деятельность привели, резким перепадам высот западной части края высотные пояса которых расположились на 100 – 300 метров ниже, чем в восточной.

Краснодарский край богат водными ресурсами. Два моря (Черное и Азовское) играют важную роль в жизни и развитии края. Более 13 тыс. рек и речушек несут в них свои воды: это и стремительные бурные горные реки с великолепными водопадами, порогами и, на первый взгляд, кажущиеся несколько сонными, реки степей. Много озер, лиманов, болот раскинулось в западной части края.

Некоторые водные объекты созданы руками человека. К ним относятся пруды, водохранилища, искусственные озера. Богат край и подземными водами, в том числе минеральными. Все реки края, в зависимости и направления, географы и ученые и делят на степные (относящиеся к Азово-

Кубанскому бассейну), реки бассейна реки Кубань, закубанские реки, реки Черноморского побережья.

Азовское море по площади (38000 км²) в 11 раз уступает Черному морю. Оно является одним из самых маленьких и мелководных с максимумом по глубине – 14 м, и в среднем до 5-8 м) морем в России. В далекой древности – это Меотийское болото, а в средние века – Сурожское море, по имени города Сурож (ныне Судак) в Крыму.

Средняя соленость моря относительно низкая, почти в 2 раза ниже солености Черного моря и составляет 2-4 ‰, хотя местами, к центру соленость увеличивается до 11-12 ‰. Эти моря соединяются между собой Керченским проливом, ширина которой от 4 до 15 км, длиной - 41 км, глубиной - 4 м. На этом участке воды двух морей объединяются: более соленая вода Черного моря поступает в Азовское, «осолоняя» его.

В конце прошлого столетия интенсивно развивающееся сельское хозяйство, особенно рисоводство, а вместе с этим зарегулирование стока рек Кубани и Дона, снижение приносимых реками питательных веществ, напрямую привело к увеличению ее солености.

Одновременно с этим, заметно повысилось загрязнение акватории промышленными и сельскохозяйственными отходами. Произошло сокращение рыбных ресурсов моря [16, с. 217].

Изменяющиеся климатические условия, усиление ветров происходящие сгонно-нагонным явления, приводят к значительным колебаниям уровня воды в море. Иногда воды берегов отступают на значительные расстояния от 500 м до 1,5 км.

Будучи неглубоким, здесь часто встречаются узкие полосы возвышенностей протягивающиеся перпендикулярно берегу из морского дна, уходящие далеко в море называются косой. Большой частью они формируются из песка, ракушечника, ила с примесью различных органических веществ.

Известны Ейская коса, коса Долгая у станицы Должанской, Камышеватская, Ясенская, Ачувская, Глафиоровская и коса Чушка.

Острова здесь небольшие и низменные, они зачастую исчезают также быстро как и появляются. В основном они вулканического происхождения. В отличие от Черного моря в холодную зиму Азовское море замерзает, толщина льда может составлять 60-80 см. Известны случаи, когда оторвавшаяся от берега льдина уносила рыбаков далеко в море, создавая смертельную угрозу их жизни.

Удобных бухт для создания портов на Азовском море никогда не было, и тем не менее оно послужило колыбелью «промышленной жизни казачества» (Ф.А. Щербина), так как поставляло рыбу, дичь, соль. В Азовском море обитает больше 100 видов рыб, в том числе ценные промысловые (осетр, севрюга, белуга, сельдь), три вида дельфинов (морская свинья, или пыхтун, белобочка и афалина).

Для сохранения рыбных запасов построены рыбоперерабатывающие заводы и созданы нерестово-выростные хозяйства.

В настоящее время, в связи с утратой Россией многих черноморских портов, акватория Азовского моря стала приобретать все большее значение: идет мощное строительство портовых сооружений и расширение ранее действовавших в городах Ейске, Темрюке, Приморско-Ахтарске. Говоря об уникальности этого маленького моря, нельзя не затронуть и рекреационное значение Азовского бассейна. Прекрасный климат, лечебные грязи, минеральные источники благоприятствовали созданию бальнеологических курортов (Ейск). Развиваются такие виды досуга, как спортивная охота и рыбная ловля.

Воды Черного моря и прилегающие к ним территории играют огромную роль в формировании климата.

Благодаря ему климат, начиная от Туапсе к Сочи, следует отнести к субтропическому. Относительно жаркое и влажное лето и мягкая безморозная зима.

В связи с тем, что несут свои пресные воды многочисленные снеговые реки с кавказских гор и очень крупные реки: Дунай, Днестр, Днепр, соленость

невысокая от 1-22 ‰ в зависимости от удаленности от берега.

В пределах края есть удобные бухты: Геленджикская, Цемесская (Новороссийская) и другие [24, с. 79].

На Черном море случаются сильные штормы, высота волны может достигать 10 м, длина волны – 120-150 м. Уровень моря постепенно поднимается, а берег опускается на 3-5 мм в год. Процесс формирования земной коры на Кавказе еще продолжается, поэтому морское дно часто бывает эпицентром землетрясений. Море также производит разрушительную работу на побережье.

Особенно страдают железная и шоссейная дороги на участке Туапсе-Адлер. Для укрепления берега применяют буны, волнорезы, волноотбойные стены, строятся противооползневые сооружения.

В настоящее время Черное море продолжает играть важнейшую роль в экономике края и всей страны. Побережье является всероссийской здравницей. Новороссийский и Туапсинский порты связывают нашу страну со многими зарубежными государствами. Ученые изучают вопросы использования марикультуры в народном хозяйстве, научные экспедиции продолжают разгадывать тайны глубин. В последнее время все большее значение приобретают вопросы экологии моря, сохранение его для будущих поколений [24, с. 115].

1.2 Климат Краснодарского края

Климат Краснодарского края, как правило, формируется под известными всем факторами: влиянием общей циркуляции воздушных масс, рельефом местности географической широтой, близостью или удаленностью морей, и наконец характером подстилающей поверхности.

По географическому положению край расположен на 44-45° с.ш., т.е почти на одинаковом расстоянии от Северного полюса и экватора, или в умеренном климатическом поясе (рисунок 1.4) [19, с. 108].

Летом здесь действуют сухие арктические воздушные массы а зимой по пути следования нагревающиеся над европейской частью России. Умеренные воздушные массы, формируются как над континентальной европейской частью России, так и над Атлантическим океаном. В первом случае это умеренно-холодные и сухие воздушные массы зимой и теплые сухие летом. Во втором случае это умеренно-теплые и влажные массы во все периоды года. Тропические воздушные массы, формирующиеся над Северной Африкой и Средиземным морем, теплые и сухие.

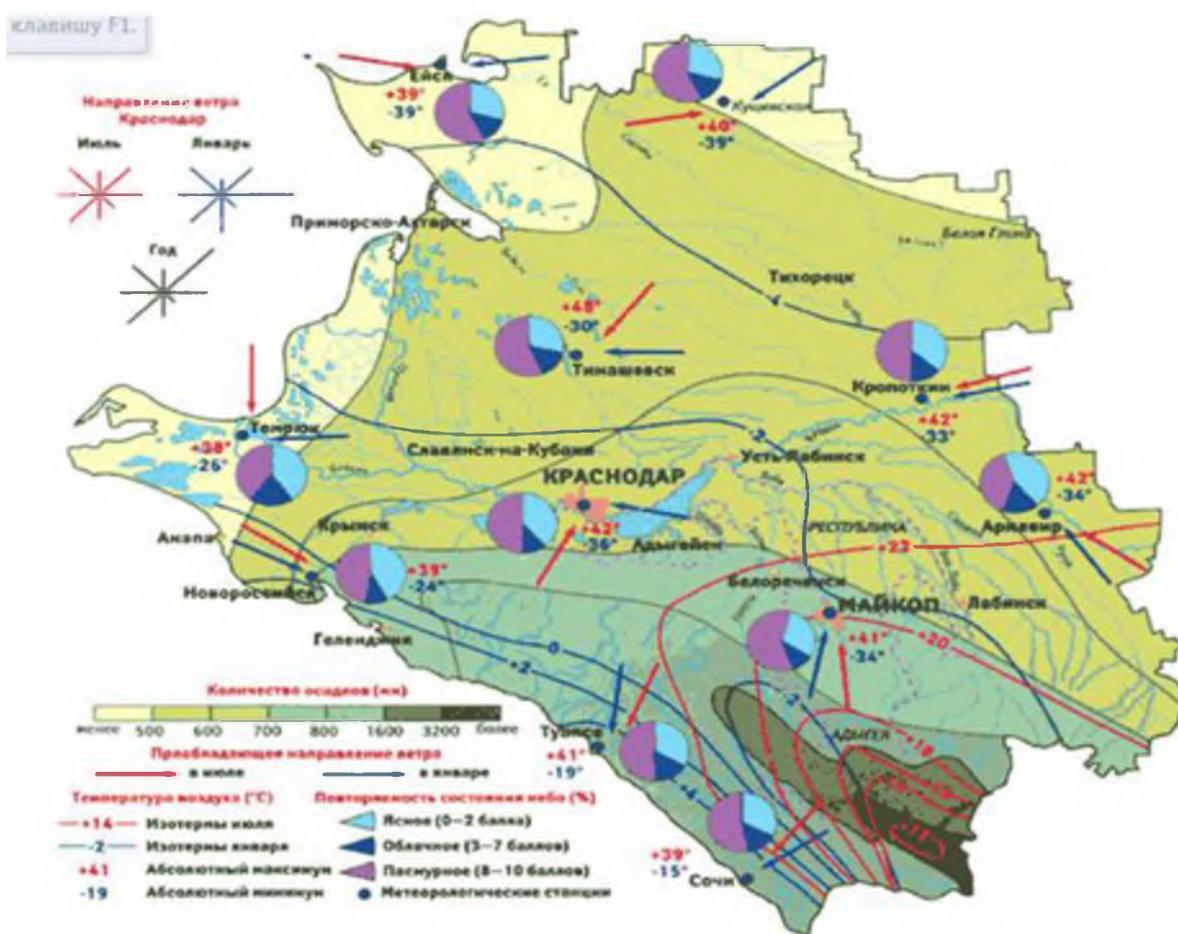


Рисунок 1.4 – Карта климата Краснодарского края

Значительный вклад в формирование климата вносят Черное и Азовское моря как аккумуляторы тепла и влаги. В холодный период они нагревают проходящие над ними воздушные массы, а в летний период наоборот остужают.

Учитывая собственное разнообразие ландшафтов и климат в крае можно

характеризовать следующими параметрами, представленными на рисунке 1.5.

на северо-востоке Прикубанской низменности	<ul style="list-style-type: none">• континентальный сухой со всеми присущими для нее признаками, относительно холодной зимой и жарким летом
на юго-западе предгорий, на побережье Черного моря	<ul style="list-style-type: none">• умеренно-континентальный с относительно высокой влажностью от 67-89%
на юге, на Черноморском побережье	<ul style="list-style-type: none">• начиная от города Туапсе, который может быть отнесен к приграничному району, от умеренного к субтропическому
на высокогорье Кавказских гор от 560 м до 2000 м н.у.м.	<ul style="list-style-type: none">• климат отличается наличием снежного покрова от ноября до марта-апреля в зависимости от высоты

Рисунок 1.5 – Характеристика климата Краснодарского края

Обладая различной высотностью, благодаря горам Кавказа, здесь на территории края, следует отметить, наличие двух климатических поясов: умеренного (распространенного на большей, равнинной части края) и субтропического (на побережье Черного моря).

На высоких горах в зависимости от поясности сформировался горный климат (рисунок 1.6).

Проходя по территории двух морей, воздушные массы, как правило, насыщаются влагой.

Определенное влияние оказывают Кавказские горы, которые задерживают воздушные массы, как с севера, так и с юга, тем самым вызывают определенные различия на условия количество осадков на Черноморском побережье и в северной, равнинной, части края [20, с. 4].

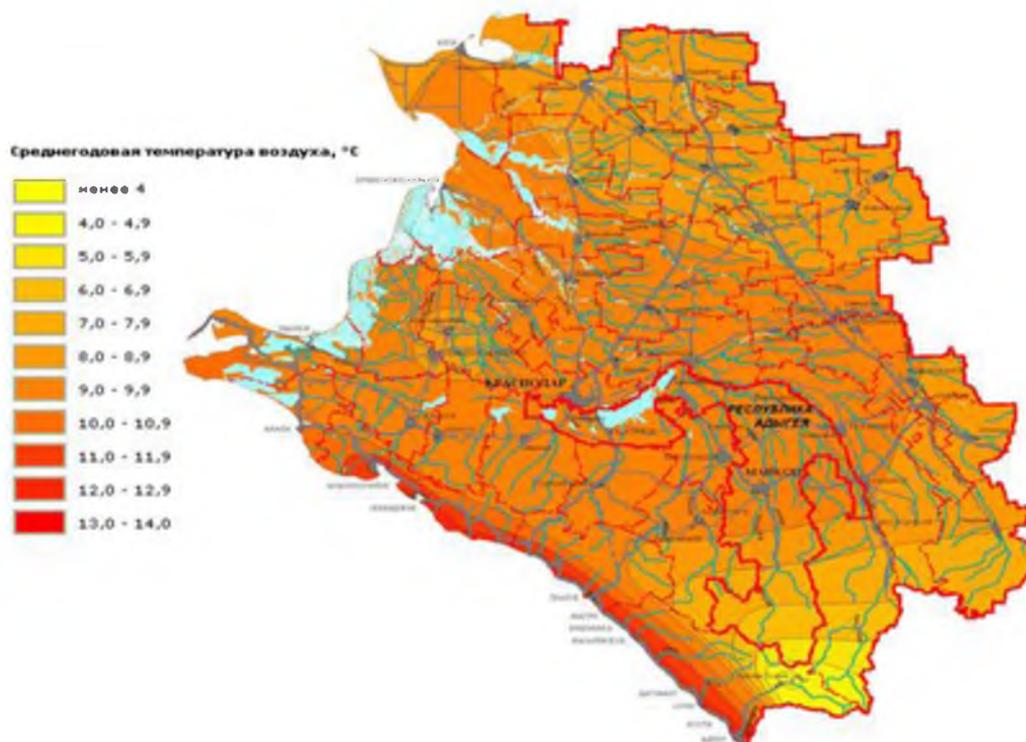


Рисунок 1.6 – Распределение температур в Краснодарском крае

Судя по представленному рисунку 1.7, диапазон годового хода количества осадков, сильно различается на территории края.



Рисунок 1.7 – Распределение осадков в Краснодарском крае

На равнинном северном побережье Азовского моря оно составляет всего

400-500 мм в год, ближе к центральной равнине, среднегодовое количество осадков колеблется от 600 – 800 мм. Зато в горах например в районе Ачишхо достигает - 3200 мм, что является максимальным показателем не только для Кубани, но и для всей России.

Самое высокое положение Солнца над горизонтом в краевом центре наблюдается 22 июня – $68^{\circ} 30'$ к горизонту, на 2° выше, чем на экваторе. Это самый долгий день в Краснодаре: 17 ч. 34 мин. Самое низкое положение Солнца – 22 декабря – $21^{\circ} 30'$ над горизонтом, то есть на 2 градуса ниже, чем на Южном полюсе. Это самый короткий день (продолжительность – 6 часов). В дни равноденствия – 21 марта и 23 сентября – нахождение Солнца к горизонту – 45° , день равен ночи.

Вся территория края (за исключением высокогорной зоны) находится в области положительных значений радиационного баланса (в то время как в большинстве областей России радиационный баланс в холодное время года отрицательный). Годовое значение суммарной солнечной радиации примерно $1200 - 1400 \text{ кВт/м}^2$. Этот показатель объясняет достаточно высокие температуры воздуха.

Январские температуры изменяются от $-4 -5^{\circ}\text{C}$ градусов у северных и северо-восточных границ края (Белая Глина, Кушевская) до -1°C в северных предгорьях Кавказа (Горячий Ключ). На Черноморском побережье температура января растет с северо-запада на юго-восток, изменяясь от $+1^{\circ}\text{C}$ в Анапе до $+5^{\circ}\text{C}$ в Адлере. Минимальная температура, зарегистрированная в северной части края, -40°C . Температурный режим зимой наименее стабилен. На равнинной части края оттепели часто чередуются с заморозками [5, с. 96].

Летом температурные изменения менее значительны. Средние температуры воздуха в июле колеблются в пределах $+23+24^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум температуры в центральных районах края $+42+43^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха составляет $+8,3+10,9^{\circ}\text{C}$.

Для зим характерны частые оттепели и неустойчивый снежный покров. Устойчивый снежный покров в равнинной части края, как правило, не

образуется, его средняя толщина здесь не превышает 5-10 см. В горах же, на высоте свыше 1000 м, напротив, наблюдается устойчивый снежный покров с максимальной толщиной 480 см (район г. Ачишхо). Абсолютный минимум зимних температур $-39-40^{\circ}\text{C}$. Лето жаркое и сухое. Средняя температура июля $+23,5^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура июля $+42^{\circ}\text{C}$ [5, с. 114].

Среднегодовые показатели атмосферного давления изменяются незначительно. Для Краснодара среднее давление воздуха в январе составляет 1014,8 гПа, в июле – 1004,2 гПа. Более значительно изменяются показатели атмосферного давления по сезонам и среднесуточные.

Влажность воздуха в крае сильно меняется по сезонам. Засухи наблюдаются в летние месяцы (влажность воздуха менее 30%). На Черноморском побережье число таких дней составляет от 6 до 13 в год, а в степной зоне их количество возрастает до 30-40 [5, с. 116].

В субтропическом климате Черноморского побережья выделяют две основные области субтропического климата: сухого (близкого к средиземноморскому) и влажного субтропического. Зона сухого субтропического климата тянется от Анапы до Геленджика. Для этой территории характерны жаркое, сухое лето и относительно сухая, теплая зима. Летом климат формируется под воздействием тропических воздушных масс, которые достаточно свободно проникают через горные хребты в северные части края. Так как горы здесь невысоки, значительного подъема воздушных масс и конденсации влаги не происходит, поэтому летние осадки редки. Зимой же на эту территорию проникают умеренные воздушные массы, которые в этот период не несут значительных запасов влаги.

Среднегодовая сумма осадков для данной зоны колеблется от 400 мм в Анапе до 700 мм в Геленджике. Среднегодовая температура $+11,5^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $+23 +24^{\circ}\text{C}$, января $+3 +5^{\circ}\text{C}$. Исключение составляет район г. Новороссийска. Он из-за особенностей рельефа (значительное локальное понижение горных хребтов, усугубленное разработкой мергеля) имеет свою особенную циркуляцию воздушных масс и из-за частых зимних ветров и резких

понижений температуры не может быть отнесен к зоне сухих субтропиков. К юго-востоку от Туапсе климат приобретает черты влажных субтропиков. Среднегодовое количество осадков колеблется здесь от 800 до 1200 мм, среднегодовая температура +13+14°C. Зимой удерживается положительная температура +5 +7°C, однако бывает понижение до -11,6°C, которое для данной территории является критическим [21, с. 34].

Также на территории края выделяют горный климат. Благодаря значительной протяженности и высоте Кавказского хребта на территории края, а также тому, что с юга и севера на его склоны воздействуют различные по характеристикам воздушные массы, на этих участках сформировались особые климатические условия. На северном склоне Кавказских гор, у подножья, – умеренный климат. По мере подъема температура воздуха понижается, а водяные пары все более и более конденсируются. В результате количество осадков возрастает, а температура падает. На высоте свыше 1500 м наблюдается устойчивый снежный покров, который может сохраняться более 3 месяцев, а на высоте более 2000 м – вечные снега и ледники. Климат южного склона отличается более высокими температурами у подножия и большим количеством осадков.

2 Общие сведения о солнечной радиации

2.1 Солнечная радиация и её характеристики

Солнечная радиация представляет собой важнейший источник энергии, необходимый для всех природных процессов, которые протекают на нашей планете. Под лучистой энергией принято понимать поток электромагнитных волн, которые распространяются от источника их возникновения. Длина волн лучистой энергии, распределение которой носит название спектр, колеблется в довольно широких пределах и находится в прямой зависимости от того, какую температуру излучает тело и какими физико-химическими свойствами обладает его поверхность.

Спектры излучения Солнца подразделяются на следующий ряд областей, представленный на рисунке 2.1.

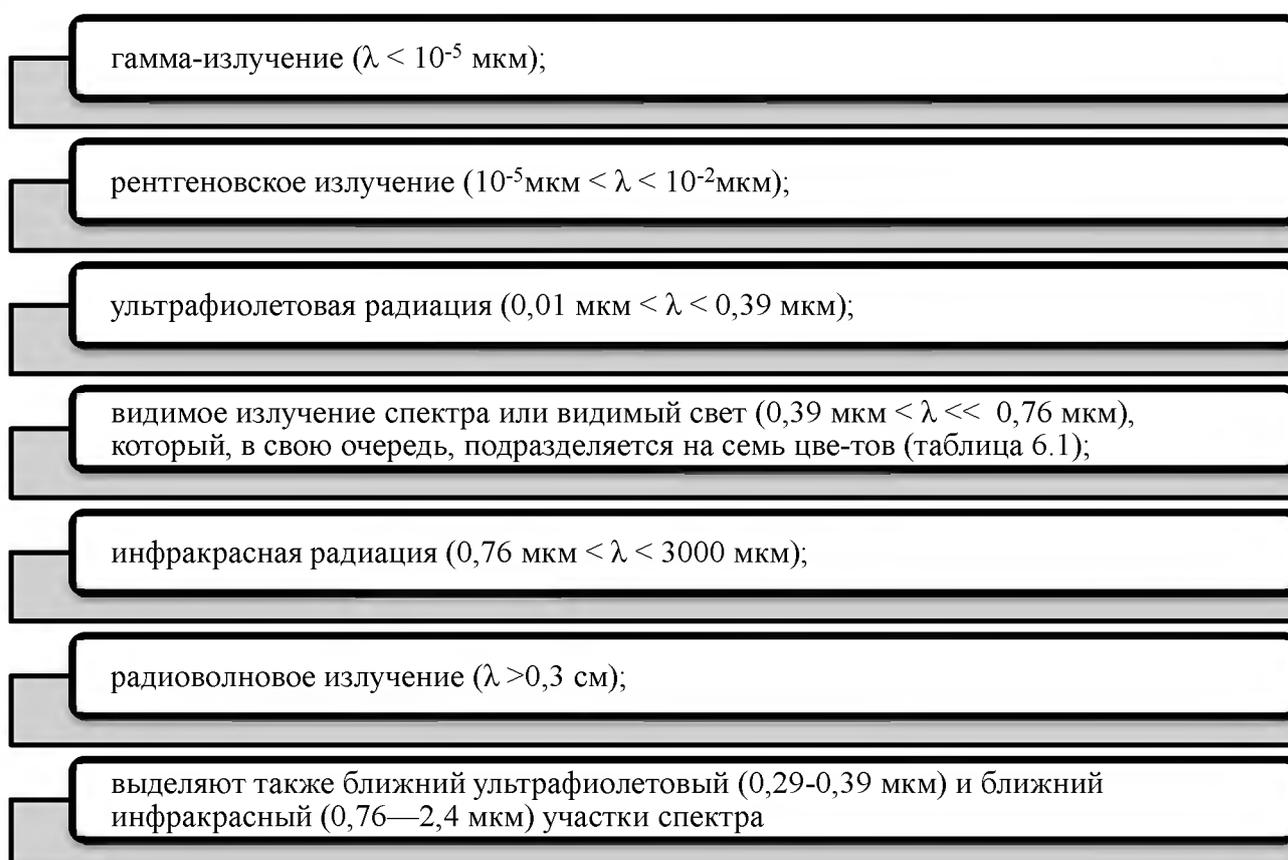


Рисунок 2.1 – Спектры излучения Солнца

Более 95% солнечного излучения приходится на область, носящую

название оптического окна по причине наибольшей прозрачности атмосферы Земли для солнечной радиации, которая включает видимый свет, ультрафиолетовый (ближний) и инфракрасный (ближний) участки спектра. При этом атмосфера практически в полном объеме поглощает ультрафиолетовый (дальний) и инфракрасный (дальний) участки спектра [3, с. 238].

Для ультрафиолетовой части спектра характерна длина волн менее 0,40 мкм, для инфракрасной – более 0,76 мкм (и те, и другие являются невидимыми для глаз), а от 0,40 до 0,76 мкм – для видимой части спектра, включающей в себя семь цветов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Видимое излучение спектра или видимый свет

Цвет	Длина волны, мкм (10^{-6} м)	Цвет	Длина волны, мкм (10^{-6} м)
Фиолетовый	0,390 – 0,455	Желтый	0,575 – 0,585
Синий	0,455 – 0,485	Оранжевый	0,585 – 0,620
Голубой	0,485 – 0,505	Красный	0,620 – 0,760
Зеленый	0,505 – 0,575		

На видимую часть спектра приходится приблизительно 47% радиации, тогда как на инфракрасную и ультрафиолетовую – 44% и 9%, соответственно. При прохождении через атмосферу Земли наблюдается изменение интенсивности и спектрального состава солнечной радиации.

В метеорологии под солнечной радиацией понимается основная часть электромагнитной энергии, которая излучается Солнцем и поступает на поверхность Земли, и представляющая собой ультрафиолетовые, инфракрасные и видимые лучи с длиной волн 0,1-3,0 мкм.

Радиация распространяется по всем направлениям от ее источника – излучателя в виде электромагнитных волн со скоростью около 300 000 км/с.

До того как попасть на поверхность земного шара солнечная радиация, которая поступила на верхнюю границу атмосферы, частично рассеивается содержащимися в атмосфере молекулами воздуха и твердыми и жидкими примесями, и частично – поглощается основными газами, такими как озон,

углекислый газ, водяной пар, кислород и другие малые газовые примеси.

Под прямой радиацией принято понимать радиацию, которая поступает в виде пучка параллельных лучей от Солнца в атмосферу и затем на поверхность земного шара.

Прямая радиация, которая поступила на верхнюю границу атмосферы, в большей своей части достигает поверхности земли.

Под рассеянной радиацией понимается часть солнечной радиации, которая поступает после рассеяния атмосферой и облаками на поверхность земного шара.

Совокупность прямой и рассеянной радиации называется суммарной радиацией.

Под отраженной радиацией понимается отражающаяся от земной поверхности и атмосферы часть солнечной радиации. Характеризует количество отраженной радиации отражательная способность поверхности, называемая Альбедо [3, с. 244].

Альбедо земной поверхности находится в прямой зависимости от ее состояния и свойств, а именно влажности, цвета, шероховатости, наличия и характера растительного покрова. Имея в наличии данные об альбедо поверхности и суммарной радиации, можно определить, какое количество коротковолновой радиации было поглощено указанной поверхностью.

Альбедо деятельной поверхности на метеорологической площадке Краснодар, ст. Круглик в течение года изменяется мало: наибольшие значения наблюдаются в зимний период (26-31); весной наблюдается уменьшение альбедо до 16-18%; осенью – увеличение до 26%.

В городской среде поверхности отличаются от тех, которые имеются в естественных условиях, например огромная часть территорий, находящихся в окрестностях Краснодара, распахана под сельскохозяйственные угодья, соответственно будет наблюдаться различие между альбедо данных поверхностей и альбедо на метеорологической площадке. Альбедо различных поверхностей представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Среднее альbedo (А) различных поверхностей

Поверхность	А%
Почва:	
чернозем свежевспаханный, влажный, черного цвета	5
ровная сухая поверхность темно-серого цвета	12-14
песок, ровная сухая поверхность коричневого цвета	19
серозем светлый	31
суглинистая, светло-серого цвета	25
Трава	20
Снег:	
сухой, свежесвыпавший	75-85
мокрый чистый	62-70
загрязненный	40-60
Лиственный парк:	
летом	15-20
зимой	40-60
Асфальт:	
темный	10-20
светло серый	25-30

Наблюдается практически непрерывное излучение Землей и атмосферой (в соответствии с их температурой) невидимой инфракрасной радиации, причем атмосфера практически в полном объеме поглощает излучение Земли. Под встречным излучением атмосферы принято понимать часть излучения атмосферы, которая направлена к Земле, а под уходящим излучением – часть атмосферного излучения, которая направлена вверх и прошла сквозь всю толщу атмосферы, уходя в мировое пространство. Так же как и солнечная, радиация Земли и атмосферы частично поглощается и отражается атмосферой.

Различие представленных потоков лучистой энергии заключается в разнице спектрального состава. В метеорологии, как правило, рассматривают коротковолновую и длинноволновую радиацию.

Для коротковолновой радиации характерна длина волн в пределах 0,1-4 мкм, она включает видимый свет, а также ближайший к нему

ультрафиолетовый и инфракрасный спектр.

К коротковолновой радиации по большей степени относится солнечная радиация. Для длинноволновой радиации характерна длина волн в пределах 4-120 мкм [10, с. 159].

В результате поглощения солнечной радиации наблюдается ее преобразование в иные виды энергии, такие как тепловая и электрическая. Также наблюдается ослабление солнечной радиации при прохождении через атмосферу, причиной чего является ее поглощение и рассеяние атмосферными газами и аэрозолями.

Сильно ослабляется при прохождении через атмосферу коротковолновая радиация и в меньшей степени длинноволновая.

Радиация в атмосфере рассеивается главным образом в результате непрерывных колебаний (флуктуаций) плотности воздуха в каждой точке атмосферы, вызванных образованием и разрушением некоторых «скоплений» (сгустков) молекул атмосферных газов.

Частицы аэрозоля также являются причиной рассеивания солнечной радиации. При этом интенсивность рассеяния характеризуется коэффициентом рассеяния и находится в прямой зависимости от того, какое количество рассеивающих частиц имеется в единице объема, какой они имеют размер и природу, а также от того, какую длину волн имеет самая рассеиваемая радиация.

Ученый Рэлей нашел закон рассеяния частицами, диаметр которых не превышает 0,1 длины волны рассеиваемой радиации. Такими частицами являются молекулы атмосферных газов.

По закону Рэля интенсивность молекулярного рассеяния обратно пропорциональна четвертой степени длины волны лучи, т.е., чем меньше длина волны, тем сильнее рассеиваются лучи.

В атмосфере всегда имеется много примесей, которые также рассеивают лучистую энергию. Рассеяние лучей частицами примесей, размеры которых больше длины волны рассеиваемого света, не подчиняется закону Рэля. Такое

рассеяние подробно изучено ученым В.В. Шулейкиным. Оно в меньшей степени зависит от длины волны, чем молекулярное рассеяние.

Для частиц, имеющих радиус более 10^{-3} см, рассеяние одинаково для всех спектров и не зависит от длины волны. Рассеянная радиация имеет большую долю коротких волн, чем прямая, поэтому, чем более длинный путь у солнечного луча, тем большее количество коротких волн рассеивается и тем большей становится доля длинных.

Ослабление потока радиации находится в прямой зависимости от того, какую длину пути проходит луч в атмосфере и от того, насколько на этом пути прозрачна атмосфера. Наблюдается зависимость длины пути луча от высоты Солнца, например, если Солнце находится в зените, то луч будет проходить самый короткий путь.

В данном случае масса атмосферы, которая проходит солнечными лучами, будет принята за одну условную единицу. Под массой атмосферы, проходимой солнечными лучами, называется масса вертикального столба воздуха, имеющая основание 1 см^2 .

По мере того, как Солнце опускается к горизонту, наблюдается увеличение пути лучей в атмосфере, следствием чего является увеличение числа проходимых масс. Наибольший путь в атмосфере лучи проходят при нахождении Солнца у горизонта, при этом длина луча будет в 34,4 раза больше, чем когда Солнце находится в зените.

В нижних, более плотных слоях атмосферы, поглощается больше солнечной энергии, чем в верхних, менее плотных.

2.2 Проведение актинометрических наблюдений

Роль актинометрических наблюдений, выполняемых на сети, заключается в изучении радиационного режима, благодаря которому по большей части определяется климат территорий и условия жизнедеятельности человека, а также в решении практических задач в различных отраслях хозяйственной

деятельности [15, с. 124].

Сетевые приземные актинометрические наблюдения включают определение комплекса взаимосвязанных между собой характеристик солнечного излучения, достигающего земной поверхности, и теплового излучения естественных земных объектов, в том числе атмосферы, а также ряда дополнительных параметров состояния атмосферы и земной поверхности, влияющих на процессы трансформации солнечного излучения и характеризующих условия наблюдений.

Комплекс характеристик солнечного излучения, состояния атмосферы и земной поверхности представлен на рисунке 2.2.

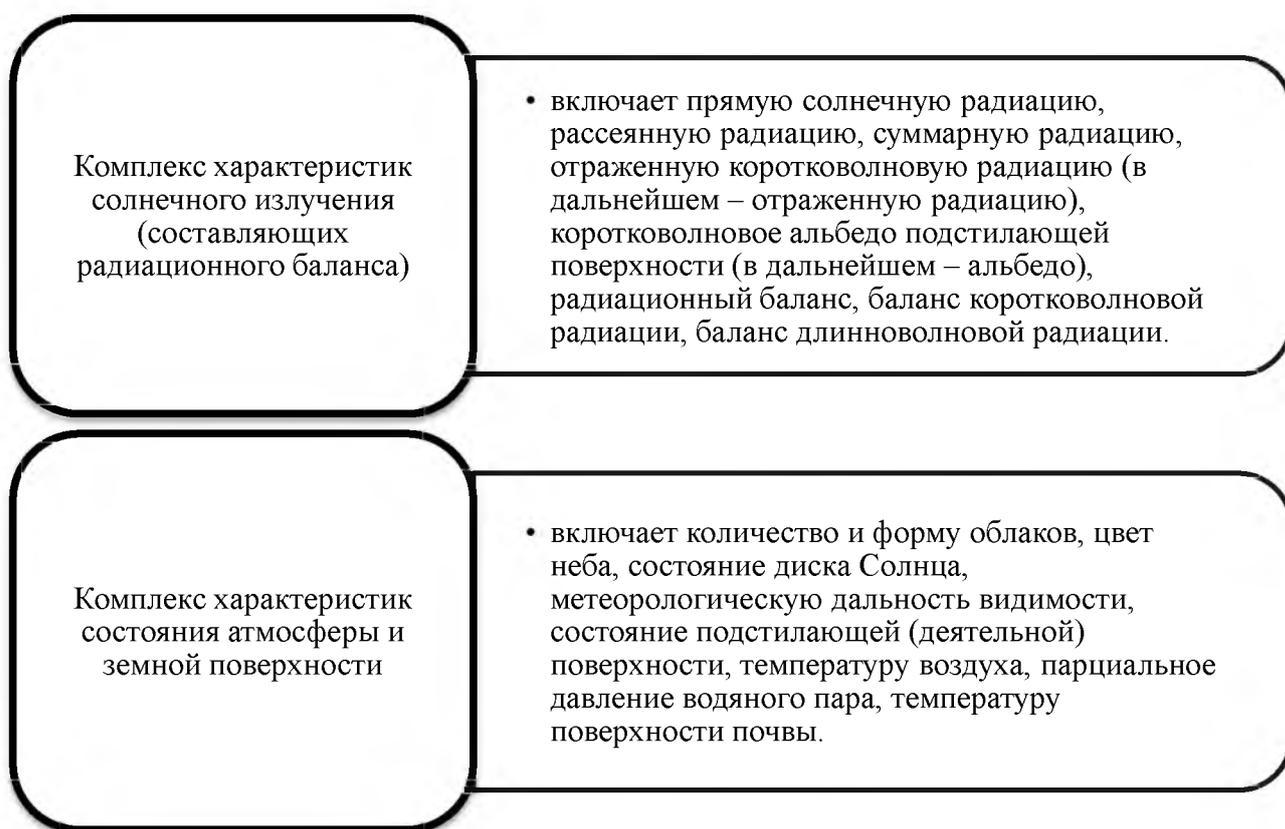


Рисунок 2.2 – Комплекс характеристик солнечного излучения, состояния атмосферы и земной поверхности

Открытие пункта актинометрических наблюдений должно производиться на базе действующей метеорологической станции и должно быть согласовано с головной методической организацией Росгидромета, впрочем, как и его перенос или закрытие.

С целью выполнению наблюдений в местах, где будут установлены приборы, в азимутальных направлениях восхода и захода Солнца должна наблюдаться закрытость горизонта не более 3° по угловой высоте, а в остальных направлениях – не более 5° . При отклонении от данных норм необходимо согласование вопроса с ГГО [15, с. 118].

В пункте актинометрических наблюдений обязательно ведение следующих журналов, представленных на рисунке 2.3.

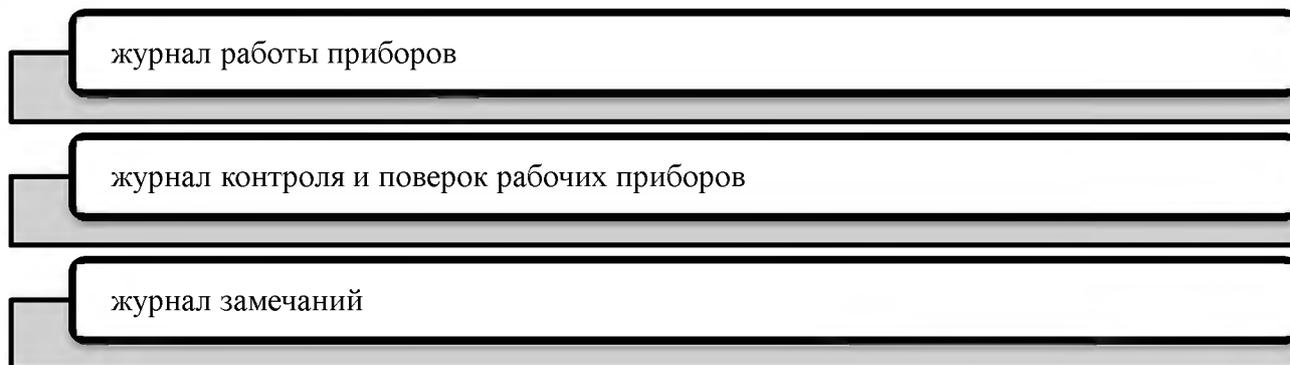


Рисунок 2.3 – Перечень журналов, обязательных к ведению

Помимо этого, в пункте актинометрических наблюдений необходимо хранить поверочные свидетельства всех средств измерений. Методические указания, комплект рабочих таблиц и графиков должны использоваться наблюдателями в повседневной работе.

Результаты наблюдений необходимо заносить в книжку КМ-12 или (и) рабочую тетрадь. Проведение наблюдений в каждом пункте необходимо осуществлять в соответствии с программой, устанавливаемой Территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) при согласовании с ГГО и утверждении Росгидрометом.

Для пунктов актинометрических наблюдений установлены три типа программ, представленных в таблице 2.3.

Для некоторых пунктов актинометрических наблюдений по указанию Росгидромета, УГМС и при согласовании с ГГО возможно осуществление деятельности по программам, имеющим неполный состав информации, или

одновременно по двум программам, либо по программе, расширенной наблюдениями за иными видами радиации.

Обязательным условием, необходимым для осуществления дополнительных наблюдений, является научно-методическое руководство со стороны ГГО.

Таблица 2.3 – Типы программ, установленных для пунктов актинометрических наблюдений

Тип программы	Краткая характеристика
Срочные наблюдения	Предусматривают выполнение измерений вручную в установленные сроки при помощи актинометрических датчиков с показывающими измерительными приборами и определении дополнительных характеристик условий наблюдений, которые будут описаны далее. По результатам срочных наблюдений определяют значения видов радиации и коэффициент прозрачности атмосферы в момент наблюдения, а также месячные суммы этих видов радиации. Непрерывные наблюдения (регистрация) производятся путем записи сигналов пяти актинометрических датчиков на диаграммную ленту самопишущего измерительного прибора (регистратора) непрерывно в течение суток. Дополнительная информация должна включать вид атмосферных явлений, их продолжительность и интенсивность, преобладающее за сутки состояние подстилающей поверхности, продолжительность солнечного сияния за сутки, характеристику ясности дня, температуру воздуха и скорость ветра.
Непрерывные наблюдения (регистрация)	По результатам регистрации определяют часовые, суточные и месячные суммы видов радиации, а также коэффициент прозрачности атмосферы.
Определенные суточных сумм суммарной радиации путем интегрирования	Производится при помощи пиранометра, подключенного к интегрирующему измерительному прибору (интегратору), показания которого снимают по истечении суток. Дополнительная информация должна включать данные о продолжительности солнечного сияния за сутки, преобладающем за светлое время суток состоянии подстилающей поверхности, характеристиках ясности дня

Для производства актинометрических наблюдений в качестве приемников радиации на станциях применяются следующие термоэлектрические приборы, представлены на рисунке 2.4.

Гелиограф Кемпбелля-Стокса (от греч. helios – Солнце и grapho – пишу) – регистрирует продолжительность солнечного сияния, т. е. число часов, когда солнечный диск не закрыт облаками, но находится настолько выше горизонта, что облученность прямой радиацией превосходит $0,3 \text{ кал}/(\text{см}^2 \text{ мин})$ [22, с. 206].

Для измерений прямой солнечной радиации

- актинометр Савинова – Янишевского АТ-50

Для измерений рассеянной, суммарной и отраженной радиации

- универсальный пиранометр Янишевского М-80 и походный альбедометр Былова – Янишевского АП-3ХЗ

Для измерений радиационного баланса

- балансомер Янишевского типа М-10 или М-10-М

В качестве электроизмерительного прибора, к которому присоединяются термоэлектрические приемники радиации

- стрелочный актинометрический гальванометр ГСА-1

Рисунок 2.4 – Термоэлектрические приборы, применяемые в качестве приемников радиации

Стеклянный шар фокусирует изображение солнечного диска на синей картонной ленте, вдвинутой в паз сферической чашки. Изображение Солнца прожигает на ленте след (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Гелиограф

Лента пригодна в продолжение 10 ч, на которые она разграфлена белыми

линиями. Если продолжительность дня менее 10 ч, то применяется кривая лента, устанавливаемая в верхнюю пару пазов; гелиограф поворачивают так, чтобы дуга была обращена на север, и в этом положении стопорится штифтом, чтобы на юг к штриху была обращена буква Б.

В этом случае лента меняется однажды после захода Солнца.

При более длинном дне лента меняется после захода Солнца, и гелиограф поворачивается буквой А к штриху. Наблюдатель около истинного полдня загораживает собой шар, меняет ленту и переставляет гелиограф буквой В к югу. Около равноденствий ставятся прямые ленты в среднюю пару пазов чашки. При летнем солнцестоянии кривые ленты ставятся в нижнюю пару пазов.

В высоких широтах приходится трижды менять ленты: в 4, 12 и 20 ч. В низких широтах до 50° применимы гелиографы «обыкновенной» модели с неподвижной чашкой, с равноденственными длинными прямыми и летними кривыми длинными лентами.

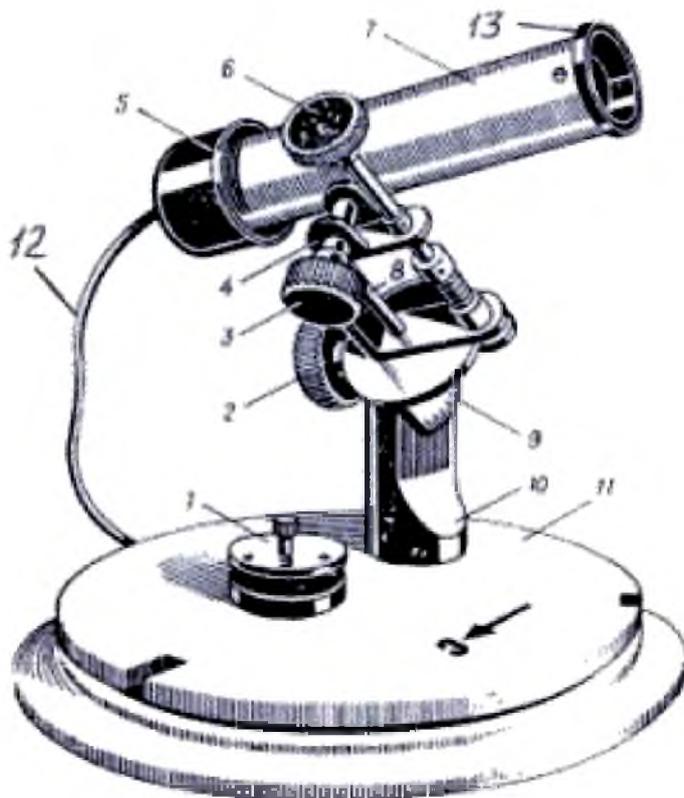
Установка гелиографа производится на столбе высотой 2 м (при закрытом горизонте – на крыше или башне) на прочном деревянном основании. Горизонтальность основания проверяется уровнем, квадрант ориентируется по меридиану, ось ставится по оси мира в соответствии со шкалой широт на квадранте по указателю; положение фиксируется винтом. Проще всего в истинный полдень закрепить гелиограф на доске так, чтобы изображение Солнца оказалось на черточке чашки, установленной в положение «Б». Установка по истинному полдню контролируется ежемесячно. В высоких широтах к гелиографу обеспечивается круговой доступ, чтобы иметь возможность затенить шар в 4 и 20 ч.

В зимние дни, с инеем или изморозью, шар гелиографа обогревается лампой.

Обработка лент заключается в определении суммарной длины прожогов в каждом часовом промежутке с точностью до 0,1 ч. Правильность установки ленты контролируется по проколу фиксирующей иглой 7. Прокол должен быть

на белой риске, лежащей на 2 ч правее середины ленты. При определении длины прожога принимают во внимание даже слабое потемнение или выцветание окраски ленты.

Актинометр Савинова-Янишевского АТ-50 состоит из корпуса с приемником, трубки и штатива (рисунок 2.6). В качестве приемника радиации выступает диск из серебряной фольги 1, который зачернен с обращенной к солнцу стороны. Центром диска является круглое отверстие. Другая сторона диска содержит приклеенные к диску внутренние (активные) спаи 2 термобатареи, которые состоят из 36 последовательно соединенных и расположенных в виде звездочки термоэлементов, состоящих из константановых и манганиновых полосок, имеющих по два спаи: внешний и внутренний. Внешние (пассивные) спаи 3 термобатареи приклеены к медному кольцу 4, которое зажато в массивном корпусе прибора. Папиросная бумага, пропитанная шеллаком, изолирует термобатарею от серебряного диска и медного кольца [14, с. 107].



1 – крышка; 2, 3 – винты; 4 – ось склонений; 5 – экран; 6 – рукоятка; 7 – трубка; 8 – ось; 9 – сектор широт; 10 – стойка; 11 – основание; 12 – провода; 13 – отверстие.

Рисунок 2.6 – Актинометр Савинова-Янишевского

При осуществлении измерений наблюдается поглощение солнечной радиации зачерненным солнечным диском, вследствие чего наблюдается повышение температуры диска и находящихся в тепловом контакте с диском внутренних (активных) спаев термобатареи. Температура внешней (пассивной) спаи соответствует температуре корпуса, близкой к температуре наружного воздуха. Вследствие разницы температур внутренних и внешних спаев на выводах термобатареи появляется напряжение, а при замыкании внешней цепи термобатареи в ней возникает термоэлектрический ток, который измеряется включенным в цепь гальванометром. Шнуры от выводов термобатареи соединяются с гальванометром.

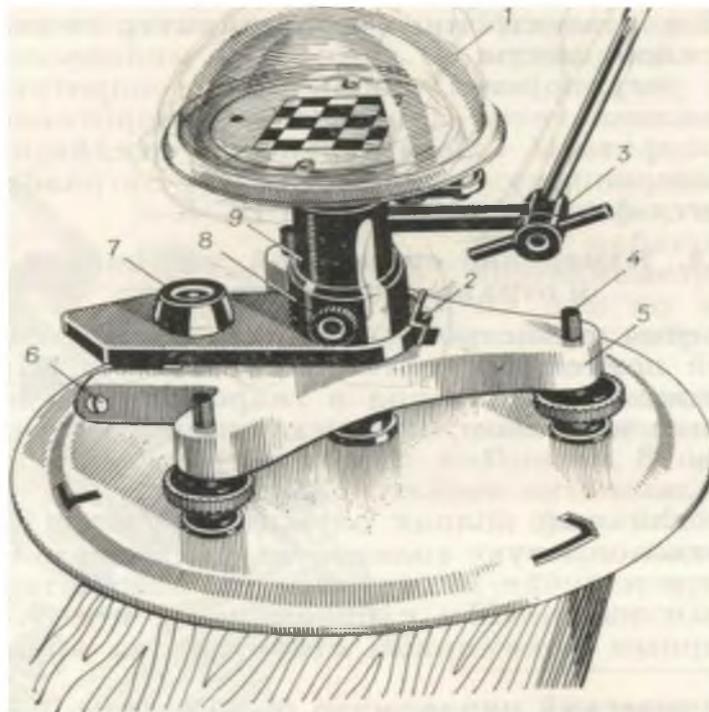
Для осуществления наблюдений при помощи штатива 10-11, ориентируемого стрелкой на север, устанавливают трубку 7, затем винт 2 ослабляют и сектор широт 9 ставят по широте. Затем винт 3 ослабляют и, путем вращения трубки 7 и рукоятки 6, нацеливают трубку на Солнце. Поскольку ось штатива 8 и рукоятка 6 располагаются по оси мира, при вращении рукоятки 6 трубку можно вести за Солнцем, лишь изредка поправляя наклон трубки по склонению вращением на оси 4.

Экран 5, расположенный на нижнем конце трубке, концентрично располагающем тень от оправы входного окна, помогает производить нацеливание. Для контроля места нуля на трубку надевается крышка 1.

Перед началом наблюдений открытую трубку на 2 минуты нацеливают на Солнце для того, чтобы на приемнике просушилась чернь. Далее надевают крышка и через 25 секунд отсчитывают место нуля. Затем через 25 секунд после снятия крышки осуществляют наблюдения. Нацеливание трубки рукояткой повторяется каждые 5 мин или чаще. Место нуля определяется каждые 20 мин.

Универсальный пиранометр Янишевского М-80 выпускается с приемником М-115, имеющим окрашенную в черно-белый цвет в виде шахматной доски квадратную термобатарею (рисунок 2.7). Поля по-разному поглощают поступающую солнечную радиацию и нагреваются пропорционально поглощенной радиации. Следовательно, разность температур,

достигающая 4°C на $1 \text{ кал}/(\text{см}^2\text{-мин})$, также пропорциональна поступающей радиации. Термобатарея развивает ЭДС, равную 8 мВ на $1 \text{ кал}/(\text{см}^2/\text{мин})$ при сопротивлении около 30 Ом .



1 – головка М-115М; 2 – стопорная пружина; 3 – шарнир затенителя; 4 – установочный винт; 5 – основание; 6 – шарнир откидного штатива; 7 – уровень; 8 – винт; 9 – стойка с осушителем внутри

Рисунок 2.7 – Пиранометр М-80М

Постоянная времени 7–9 секунд, что требует выдержки до 35–50 секунд для достижения устойчивого показания.

При помощи уровня 7 и винтов 4 приемник (головка) может быть горизонтально установлен. Диск диаметром 85 мм, носящий название затенитель, прикрепляются к стержню, имеющему длину 485 мм, при этом из центра термобатареи диск виден под углом 10° . Для затенения винт 8 ослабляется и стойку поворачивают стержнем к Солнцу. Измерение рассеянной радиации осуществляется при затененном приемнике [22, с. 162].

Для того, чтобы измерить отраженную радиацию, пиранометр устанавливается на планке, имеющей толщину до 2 см, отгибают пружину 2 и опрокидывают приемником вниз стойку. К пиранометру придается крышка, которая надевается на приемник при необходимости определения места нуля.

Стабильность места нуля обеспечивается тем, что обе краски – черная и белая одинаково «черны» для земного излучения (колпака).

Термобатарея, имеющая размер 32x33 мм², состоит из плоских, последовательно спаянных в 32 полосы, ленточек манганина и константана, которые уложены и составляют 87 термоэлементов. Середина каждой ленточки, где черное поле переходит в белое, приклеена к выступу плитки 5 корпуса 7 для отвода тепла и крепления батареи 4.

Установка пиранометра на метеорологической площадке производится на открытом месте, к югу от загораживающих горизонт объектов. Затенение от Солнца допускается только тонкими мачтами. Пиранометр 8 устанавливается на стойке для измерения суммарной, рассеянной и отраженной радиации в юго-западном углу метеорологической площадки. Черный плоский кольцевой защитный экран 9, который расположен в плоскости приемника, защищает стеклянный колпак пиранометра от отраженной радиации, а также от радиации неба, при измерениях отраженной радиации.

Балансомер типа М-10М представляет собой круглую плоскую пластинку диаметром 100 мм с двумя квадратными черными приемниками на противоположных сторонах, отмеченных № 1 и № 2 (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Балансомер М-10М термоэлектрический

При осуществлении измерений приемник обращен к исследуемой поверхности (вниз) и на него поступают коротковолновый поток отраженной солнечной радиации и земное излучение E_3 вместе с отраженной частью излучения атмосферы E_a и окружающих предметов. Другой приемник, обращенный вверх, получает суммарную солнечную радиацию вместе с излучением атмосферы E_a . Оба приемника излучают как практически черные тела, в соответствии с их температурой. При затененном балансомере исключается S' . Эта величина гораздо точнее вычисляется по разности показаний открытого и затененного пиранометра, а тем более по показаниям актинометра.

Температура каждой пластинки приемника отличается от температуры воздуха и зависит от скорости ветра, так как с увеличением скорости ветра усиливается конвективный теплообмен. Однако благодаря высокой теплопроводности в тепловом балансе приемных пластинок преобладает отдача теплопроводности и уменьшение чувствительности с увеличением скорости ветра невелико, всего 2–3% на 1 м/с.

Это учитывается поправочным множителем, который для каждого балансомера определяется в аэродинамической трубе. В естественных условиях балансомер М-10 над нагретой почвой при ветре до 1,5 м/с дает неустойчивые показания, так как весьма чувствителен к восходящим воздушным потокам [22, с. 171].

Приемные пластинки из оксидированной меди 2 зачернены снаружи матово-черной эмалью с добавлением белой. Внутренние поверхности изолированы тонкой бумагой 7, к ним приклеены спаи 3 и 4 термобатарей, устроенных следующим образом. На медных брусках 5 намотаны три слоя тонкой бумаги с шеллаком 6 и на бумагу намотана константановая лента 10. Половина каждого витка изолирована лаком, а на другую половину нанесен слой серебра 9 толщиной 0,03 мм.

Поскольку неизбежные зазоры делают неодинаковой чувствительность обоих приемников, то добавляются две двухслойные термобатареи 8, причем

одну из них, прилегающую к приемнику с избыточной чувствительностью, можно замкнуть шунтом или включить встречными полюсами и тем выровнять чувствительность сторон с точностью до 2%. Корпус балансомера 1 из меди служит для рассеивания тепла, поглощенного черными приемниками.

3 Режим солнечной радиации и использование её в Краснодарском крае

3.1 Характеристика и распределение солнечной радиации

Солнечная радиация – важнейший климатообразующий фактор, оказывающий влияние и на существование биосферы.

На территории СССР была создана одна из самых разветвленных в мире сетей метеорологических станций, на которых велись регулярные актинометрические наблюдения (рисунок 3.1).

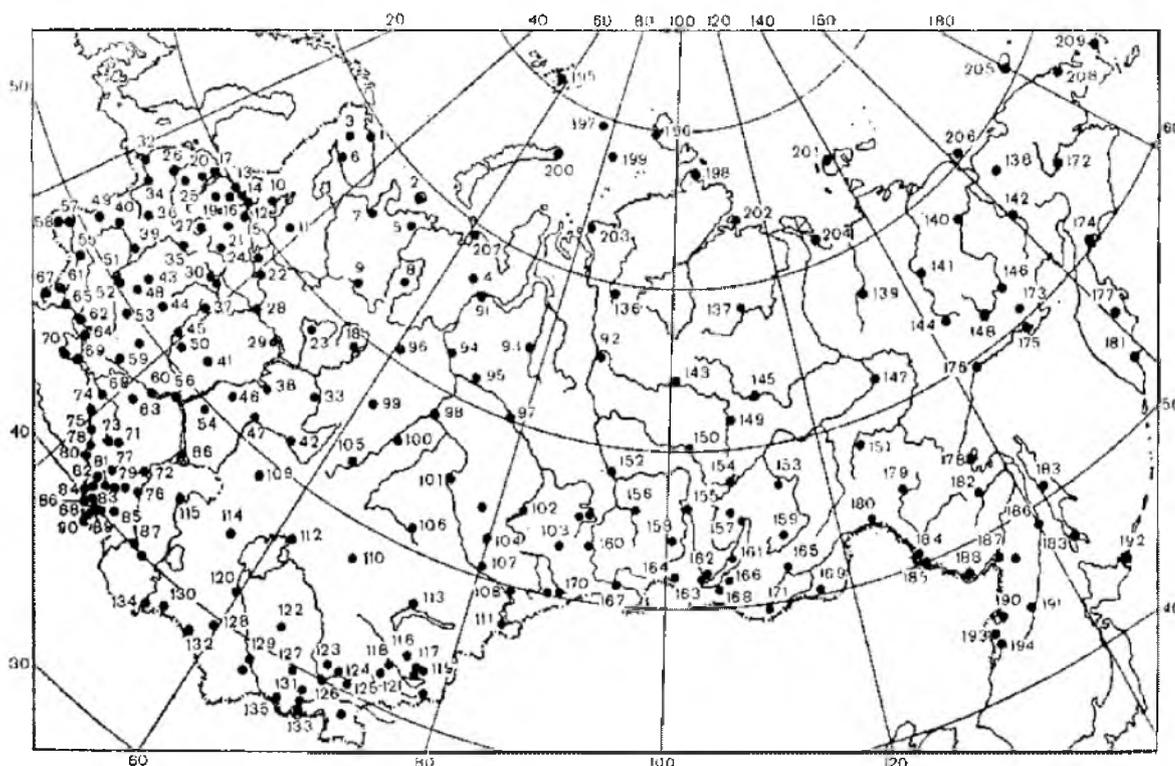


Рисунок 3.1 – Пункты актинометрических наблюдений бывшего СССР

Были разработаны единые программа и методика обработки и обобщения актинометрической информации, создающие основу для агроклиматического районирования территории страны, строительного проектирования, оценки изменения климата и других хозяйственных и научных целей.

Только 130 метеостанций на территории России позволяют получать регулярные данные об интенсивности солнечной радиации. Неравномерное их распределение затрудняет обеспечение современных потребностей в оценке ресурсов и расчётов показателей разрабатываемых установок.

Простые расчёты показывают, что среднее расстояние между метеостанциями варьируется от 500 до 1000 км в зависимости от равномерности их размещения, особенно в Азиатской России.

Опираясь на данные исследований Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова, результаты измерений могут экстраполироваться не более чем на 130 км от метеостанции. Таким образом, существующая сеть метеостанции в России не обеспечивает надежные данные об интенсивности солнечной радиации на большей части территории.

Распределение годовых и месячных сумм суммарной солнечной радиации по земному шару не вполне зонально: изолинии потока радиации на картах не совпадают с широтными кругами. Такие отклонения можно объяснить влиянием облачности и прозрачности атмосферы на распределение солнечной энергии [17, с. 112].

В тропиках и субтропиках годовые суммы радиации могут превышать значения в 1640 кВт.ч/м^2 . Наибольшие значения характерны для субтропических пустынь. В Северной Африке варьируются до $2333\text{--}2556 \text{ кВт.ч/м}^2$. В приэкваториальных лесных областях характерна большая облачность. Например, над бассейнами рек Амазонки и Конго (Заир) и над Индонезией значения составляют около $1167\text{--}389 \text{ кВт.ч/м}^2$. В высоких широтах Северного и Южного полушарий годовые суммы радиации имеют меньшие значения – около $694\text{--}917 \text{ кВт.ч/м}^2$ на 60° широты. Далее снова наблюдается рост значений – в Северном полушарии незначительно, а в Антарктиде с её малой облачностью годовые количества суммарной радиации уже достигают $1389\text{--}1500 \text{ кВт.ч/м}^2$, приближаясь к значениям, характерным для тропиков, и превышая экваториальные.

Суммарная радиация над сушей выше, чем над океанами. В первый месяц зимы максимальная суммарная радиация ($222\text{--}250 \text{ кВт.ч/м}^2$) отмечаются в пустынях Южного полушария.

В облачных районах у экватора они снижаются до $83\text{--}139 \text{ кВт.ч/м}^2$. Зимой в Северном полушарии значения радиации значительно снижаются в

северном направлении – от 50-й параллели на север достигая 22 кВт.ч/м² и приближаясь к нулю немного севернее полярного круга.

В Южном полушарии летом суммы радиации уменьшаются к югу до 11 кВт.ч/м² и ниже (в широтах 50–60°).

Затем они растут – до 22 кВт.ч/м² у берегов Антарктиды и свыше 36кВт.ч/м² внутри Антарктиды, где суммы радиации выше, чем в тропической зоне в летнее время.

Наибольшая июньская суммарная радиация (более 250 кВт.ч/м²) наблюдаются над северо-восточной частью Африки, Аравией, Иранским нагорьем.

В Средней Азии значения достигают 222 кВт.ч/м² и выше, в тропических зонах Южного полушария – до 166 кВт.ч/м².

В облачных приэкваториальных областях суммы радиации, как и в декабре, снижаются до 83–139 кВт.ч/м².

В Северном полушарии летом суммарная радиация падает от субтропической зоны к северу, в северном направлении от 50-й параллели увеличиваются до 222 кВт.ч/м² и выше в Арктике.

В Южном полушарии зимой значения резко снижаются к югу, достигая нулевой отметки за полярным кругом [17, с. 118].

Приход солнечной радиации зависит в большей степени от продолжительности дня и высоты солнца.

Солнечная энергия – один из самых важных энергетических источников, превышающий по величине энергетические возможности мировых запасов нефти, газа и урана [6, с. 39].

Большая часть радиации Солнца затрачивается на погодные и климатические процессы, являясь основным климатообразующим фактором.

Циркуляция атмосферы играет важную роль в поступлении радиации на земную поверхность. В частности, это проявляется через облачность и прозрачность атмосферы.

Радиация зависит также от высоты над уровнем моря, альбедо

поверхности, закрытости горизонта, угла падения солнечных лучей и длительности светового дня.

Краснодарский край расположен в сравнительно узком широтном диапазоне: 43°30' и 46°50' северной широты. Ввиду этого сезонные изменения высоты солнца над горизонтом в среднем, можно охарактеризовать данными для 44° с.ш.

Данные о высоте Солнца на 15-е число каждого месяца года для 44° с.ш. приведена в таблице 3.1, в угловых градусах.

Таблица 3.1 – Высота солнца на 44° с.ш. на 15-е число каждого месяца года

Широта, град.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
46	22,8	30,9	41,8	53,7	62,8	67,3	65,6	58,2	47,1	35,6	25,6	20,7
44	24,8	32,9	43,8	55,7	64,8	69,3	67,6	60,2	49,1	37,6	27,6	22,7

Наблюдается некоторая зависимость длительности солнечного сияния от широты расположения рассматриваемых территорий, времени года, физических и географических условий, циркуляции атмосферы.

Взаимное влияние этих и других факторов усложняет определение особенностей пространственного распределения продолжительности солнечного сияния.

Только в зимнее время наблюдается рост этой величины в направлении с севера на юг. Так в январе в Ейске и Приморско-Ахтарске она составляет всего 56-57 часов, в то время как в Туапсе и Сочи - 95-84 часа.

Весной и летом наблюдается обратное – величина солнечного сияния несколько выше на севере, что можно объяснить большим числом ясных дней.

Годовое количество солнечного сияния в Краснодарском крае в среднем составляет 2187 часов (примерно четверть годового времени). Оно может меняться в зависимости от местоположения, составляя, например, в Красной Поляне 1777 часов, а в Ейске – уже 2448 часов.

В таблице 3.2 приведена продолжительность солнечного сияния по территории Краснодарского края.

Таблица 3.2 – Продолжительность солнечного сияния (часы)

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ейск	56	87	169	219	302	333	366	331	279	182	81	43	2448
Приморско-Ахтарск	57	76	140	191	261	311	328	307	244	173	94	58	2240
Темрюк	48	68	123	180	247	282	322	301	226	149	84	46	2076
Тамань	71	62	141	199	258	313	339	309	248	187	92	65	2284
Краснодар	64	80	123	174	239	289	322	294	235	170	95	61	2146
Армавир	86	101	142	173	243	278	307	289	225	179	118	78	2219
Анапа	87	79	153	196	262	314	352	321	257	195	118	82	2416
Мархотский Перевал	59	56	106	154	183	245	288	289	223	147	83	46	1879
Новороссийск	85	78	140	163	224	276	309	296	238	182	114	74	2179
Горячий Ключ	60	72	133	173	248	304	321	296	234	161	82	42	2126
Отрадная	102	113	154	180	220	262	281	283	227	185	135	98	2240
Туапсе	95	93	135	166	235	297	329	312	249	198	133	88	2330
Красная Поляна	62	76	107	136	183	219	240	241	195	155	99	64	1777
Сочи, оп.ст.	84	98	128	158	223	283	313	305	252	194	121	94	2253
Среднее	73	81	135	176	238	286	316	298	238	176	104	67	2187

В условиях сложного рельефа (Мархотский Перевал, Красная Поляна и др.) уменьшение длительности солнечного сияния можно объяснить закрытостью горизонта и повышенной повторяемостью туманов.

Снижение длительности солнечной радиации в крупных городах (Краснодар, Новороссийск) связано с защищенностью застройками, запыленностью и задымлением.

Годовой ход отличается заметным ростом продолжительности солнечного сияния от холодного периода года к теплему. Максимальные значения наблюдаются в июле-августе, а минимальные – в декабре.

На Черноморском побережье минимальные значения этой величины наблюдаются в январе (Приморско-Ахтарск, Сочи, Красная Поляна) и феврале (Тамань, Анапа).

Особенности годового хода здесь имеют астрономическое и метеорологическое объяснение, так как длительность светового дня растёт от зимних к летним месяцам, а повторяемость пасмурной погоды снижается.

В таблице 3.3 представлено отношение (%) наблюдающейся продолжительности солнечного сияния к максимально возможной.

Таблица 3.3 – Отношение (%) наблюдающейся продолжительности солнечного сияния к максимально возможной

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ейск	24	34	51	58	70	78	82	81	80	58	32	19	50
Приморско-Ахтарск	22	28	40	50	62	69	73	75	68	54	35	24	54
Темрюк	20	27	39	51	60	67	76	77	70	51	34	14	53
Тамань	27	23	41	52	59	70	75	74	69	58	34	26	54
Краснодар	25	30	36	47	55	66	73	73	68	54	36	25	52
Армавир	33	37	41	46	56	64	70	72	63	56	44	31	53
Анапа	34	30	44	51	60	71	79	78	72	62	45	33	58
Мархотский Перевал	24	22	30	40	42	56	65	70	63	46	33	20	46
Новороссийск	34	30	43	45	54	66	73	75	70	60	44	31	55
Горячий Ключ	25	29	42	48	59	71	75	75	70	55	34	18	54
Отрадная	38	41	44	47	50	59	63	69	63	58	50	37	53
Туапсе	35	34	40	45	56	70	76	78	72	62	48	34	56
Красная Поляна	30	31	35	42	50	59	64	68	63	54	43	34	50
Сочи, оп.ст.	32	36	37	43	55	70	76	79	72	61	45	37	56
Среднее	29	31	40	48	56	67	73	75	69	56	40	27	53

Данные таблицы 3.3 позволяют сделать выводы том, что самым «ясным» месяцем года можно считать август, а в некоторых случаях июль, поскольку фактическое солнечное сияние в течение светового дня практически соответствует максимально возможной его длительности (при условии отсутствия облачности).

В среднем по Краснодарскому краю в указанные месяцы соотношение этих показателей достигает 73-75 %. Во внутренних районах края наблюдается меньшая величина (63-70 %), чем на побережье.

Минимальная доля наблюдающегося солнечного сияния к теоретически возможному приходится на декабрь, или январь-март. На большей территории края она приближается к 27-31 %, а на северо-западе - только к 20 % (Ейск-19 %, Темрюк-14 %).

Суточная продолжительность солнечной радиации также меняется в течение года. В летний период солнечное сияние продолжается с 4-6 часов утра до 18-20 часов вечера (таблица 3.4).

Максимум суммарной продолжительности солнечного сияния за 2-х

часовые промежутки в течение дня отмечается в часы перед полуднем, так как облакообразование не характеризуется этот момент наивысшим развитием. Этот период относится к 10-12 часам дня. Среднемесячная суммарная продолжительность солнечного сияния в эти часы достигает 46-53 часа (июнь, июль, август).

Таблица 3.4 – Суточный ход суммарной продолжительности солнечного сияния, час

Время суток, час	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Краснодар													
4-6				1,2	7,4	16,2	15,7	4,8	0,3				45
6-8	0,4	2,3	9,3	21,8	32,9	41,9	48,7	43,7	28,0	9,6	1,7	0,2	239
8-10	10,4	14,0	22,7	31,4	38,7	46,2	52,5	51,3	44,1	33,1	17,5	10,4	371
10-12	18,4	20,4	26,6	33,0	40,5	46,3	50,7	51,9	46,7	38,3	24,7	17,6	415
12-14	18,9	21,9	27,5	33,5	39,9	44,8	48,3	50,2	45,4	39,5	25,7	19,3	414
14-16	15,3	17,7	24,4	29,9	37,0	41,7	46,6	47,3	42,1	36,8	22,8	13,9	374
16-18	0,7	3,8	12,6	21,9	33,0	36,9	44,5	42,6	27,9	12,6	2,8	0,1	239
18-20			0,05	1,3	10,1	15,7	16,4	5,2	0,2				49
Сочи													
4-6					0,4	0,8	0,5	0,04					2
6-8	0,5	4,1	10,9	15,4	24,4	35,3	37,4	34,6	25,5	12,0	1,6		203
8-10	17,1	18,3	24,4	26,7	33,9	44,1	49,0	50,2	44,1	37,4	24,6	18,1	388
10-12	22,2	22,6	26,6	29,5	37,1	45,4	52,6	52,4	46,9	41,5	31,1	25,7	434
12-14	22,1	23,6	26,7	29,9	39,5	46,8	52,9	53,3	47,7	42,3	30,5	26,0	441
14-16	19,5	21,1	24,0	29,3	40,3	46,4	51,3	53,3	46,9	39,8	26,1	22,0	420
16-18	2,9	7,8	15,6	24,5	36,3	44,1	49,2	50,4	39,7	20,6	6,6	2,4	300
18-20			0,03	2,2	11,2	19,2	19,8	10,3	1,1				64

В зимнее время солнечная радиация регистрируется с 6-8 часов утра до 16 – 18 часов. Суммарная продолжительность солнечного сияния за 2-х часовые промежутки в течение месяца в зимнее время намного ниже, чем в летнее. Так в декабре средняя многолетняя сумма часов с солнечной радиацией в 12-14 часов меньше, чем в августе (за те же 2 часа) в 2,0-2,6 раза.

Среднегодовая непрерывная длительность солнечного сияния составляет 6-7 часов (таблица 3.5).

Летом средняя непрерывная длительность солнечного сияния превышает среднегодовые значения (8-10 часов), зимой её величина ниже (3,8-4,7 часа). Однако наблюдения и в тёплый, и в холодный период года намного чаще

фиксируют значения непрерывной длительности солнечного сияния как ниже средней величины (2-4 часа), так и в 1,5-1,7 раза выше её (10-14 часов). Следовательно, в Краснодарском крае отмечаются два режима суточного хода солнечного излучения.

Таблица 3.5 – Средняя непрерывная длительность солнечного сияния, час

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Приморско-Ахтарск	3,9	4,6	5,7	7,4	9,1	10,8	11,2	10,2	8,6	6,5	4,3	3,5	7,7
Темрюк	4,9	5,4	6,2	6,8	7,?	8,1	8,7	8,2	7,5	6,5	5,3	4,9	6,7
Краснодар	3,7	4,3	5,4	7,0	8,2	9,8	10,4	9,4	8,2	6,4	4,5	3,3	7,2
Красная Поляна	3,6	4,6	5,3	5,9	6,6	7,7	7,9	7,9	6,9	6,0	4,5	3,3	6,1
Сочи, оп.ст.	4,6	4,8	7,0	6,3	7,5	8,9	9,3	9,1	7,8	6,5	5,3	4,2	6,9
Среднее	4,1	4,7	5,9	6,7	7,8	9,1	9,5	9,0	7,8	6,4	4,8	3,8	6,9

Для одного из них характерно наблюдение видимого солнечного диска в основном в утренние часы (2 – 4 часа после восхода). Далее, по мере прогревания подстилающей поверхности и активизации вертикальных термодинамических процессов в атмосфере, образуется переменная или сплошная облачность, препятствующая солнечному сиянию. Второй режим суточного хода солнечного излучения отмечается при ясной, безоблачной погоде в течение всего светового дня.

Пасмурная погода в Краснодарском крае фиксируется сравнительно не часто (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Среднее число дней без Солнца

Метеостанция	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Приморско-Ахтарск	3,9	4,6	5,7	7,4	9,1	10,8	11,2	10,2	8,6	6,5	4,3	3,5	7,7
Темрюк	4,9	5,4	6,2	6,8	7,8	8,1	8,7	8,2	7,5	6,5	5,3	4,9	6,7
Краснодар	3,7	4,3	5,4	7,0	8,2	9,8	10,4	9,4	8,2	6,4	4,5	3,3	7,2
Красная Поляна	3,6	4,6	5,3	5,9	6,6	7,7	7,9	7,9	6,9	6,0	4,5	3,3	6,1
Сочи, оп.ст.	4,6	4,8	7,0	6,3	7,5	8,9	9,3	9,1	7,8	6,5	5,3	4,2	6,9
Среднее	4,1	4,7	5,9	6,7	7,8	9,1	9,5	9,0	7,8	6,4	4,8	3,8	6,9

На территории Краснодарского края облачность присутствует в среднем 62 дня (каждый 5-6 день года). В тёплое время года таких дней либо нет

(Темрюк, Краснодар, Армавир, Сочи), либо их количество не превышает 1-2 дней в течение месяца. Максимум облачных дней приходится на декабрь (13 дней) и январь (12 дней). Также фиксируется тенденция роста пасмурных дней в зимнее время в северно-восточной части края и снижение их в южной части. Так с ноября по февраль в Ейске и Темрюке наблюдается соответственно 58 и 53 дня, в то время как в Туапсе и Сочи – всего 35 и 34 дня.

Анализируя режим солнечного излучения можно сделать вывод, что территория Кубани обеспечена им в достаточной мере. По среднегодовым суммам и интенсивности радиации Краснодарский край превосходит все остальные крупные регионы России. По этой причине Кубань можно рассматривать как один из наиболее перспективных районов для развития гелиоэнергетики [11, с. 24].

3.2 Использование солнечной энергии на территории Краснодарского Края

Альтернативная энергетика на основе зелёной энергии (возобновляемые источники энергии) достаточно хорошо развивается во всем мире. Так, возобновляемая энергия формирует 7-20% энергобаланса Евросоюза. Из всех видов зелёной энергии в наибольших масштабах используется солнечная энергия. Общая площадь гелиоустановок в мире (рисунок 3.2) превышает 120 млн. м², большая часть которых построена в Китае (59%) и в Европе (14%).

В Российской Федерации общая площадь гелиоустановок составляет около 15 тыс. м². Однако в перспективе их востребованность может быть гораздо больше из-за увеличения тарифов на природный газ и электрическую энергию, поскольку существенно сократит сроки окупаемости гелиоустановок.

Целесообразность использования солнечной энергии, в основном, определяется величиной интенсивности суммарной солнечной радиации.

С позиции климатологии точное описание режима солнечной радиации, требуемое в гелиотехнических расчетах, связано с рядом сложностей – малое

количество актинометрических станций, а также ограниченность числа измеряемых характеристик солнечной радиации.

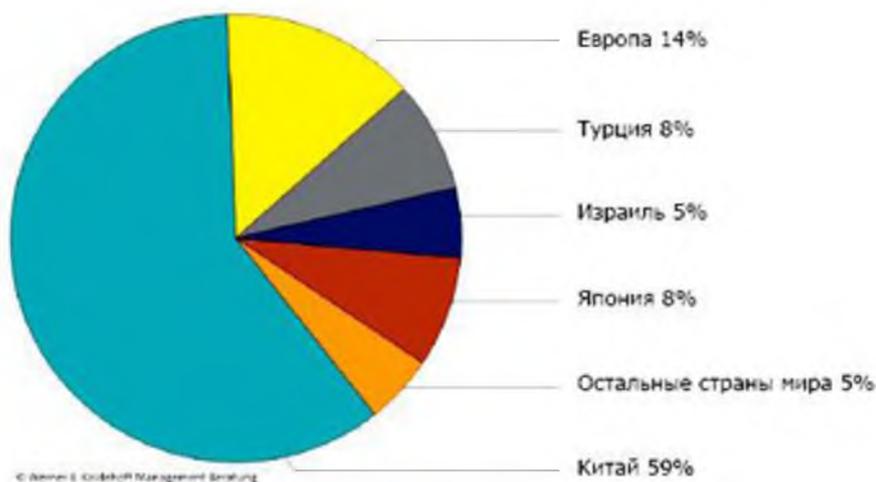


Рисунок 3.2 – Структура гелиоустановок по странам мира

При редкой сети станций зона экстраполяции актинометрических данных в пункты размещения гелиоустановок в большинстве случаев превышает зону репрезентативности актинометрических станций.

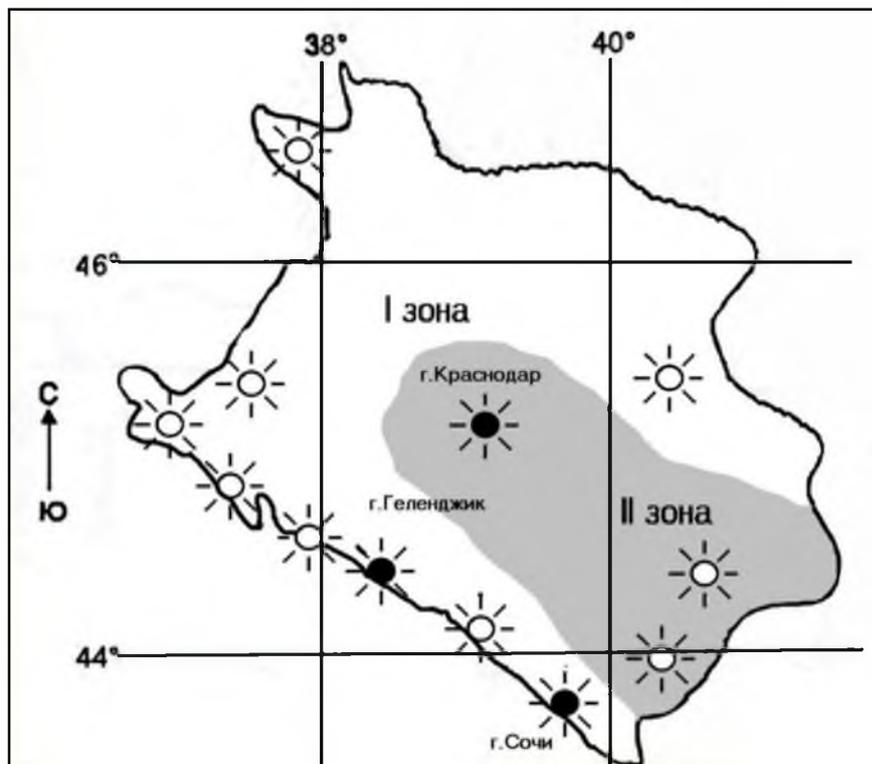
Интерполирование актинометрических данных – одна из существенных задач для климатологов, обслуживающих гелиоэнергетическое хозяйство.

Исследования, касающиеся реализации имеющихся актинометрических данных при проведении гелиоэнергетических расчетов, также востребованы.

Зонирование территории Краснодарского края по количеству метеорологических станций, с программой актинометрических наблюдений представлено на рисунке 3.3.

Анализ данных наблюдений за солнечной радиацией, выполненный в данной работе, позволил осуществить районирование территории Краснодарского края по значениям годовой интенсивности суммарной радиации на горизонтальной поверхности (рисунок 3.4).

Выделены две зоны. Первая зона, включающая побережье Чёрного, Азовского морей и равнинную часть края, имеет годовой приход 1424-1282 кВт.ч/м². Во второй зоне, включающей предгорную и горную часть края, значение колеблется в интервале от 1282 до 479 кВт.ч/м² [18, с. 98].



I зона – 1424 – 1282 кВт.ч / м²; II зона – 1282 – 479 кВт.ч / м²;

- – Метеостанции края, проводящие наблюдения за солнечной радиацией;
- – Метеостанции края, проводящие наблюдения за солнечным сиянием.

Рисунок 3.3 – Зонирование территории Краснодарского края по количеству метеорологических станций, с программой актинометрических наблюдений

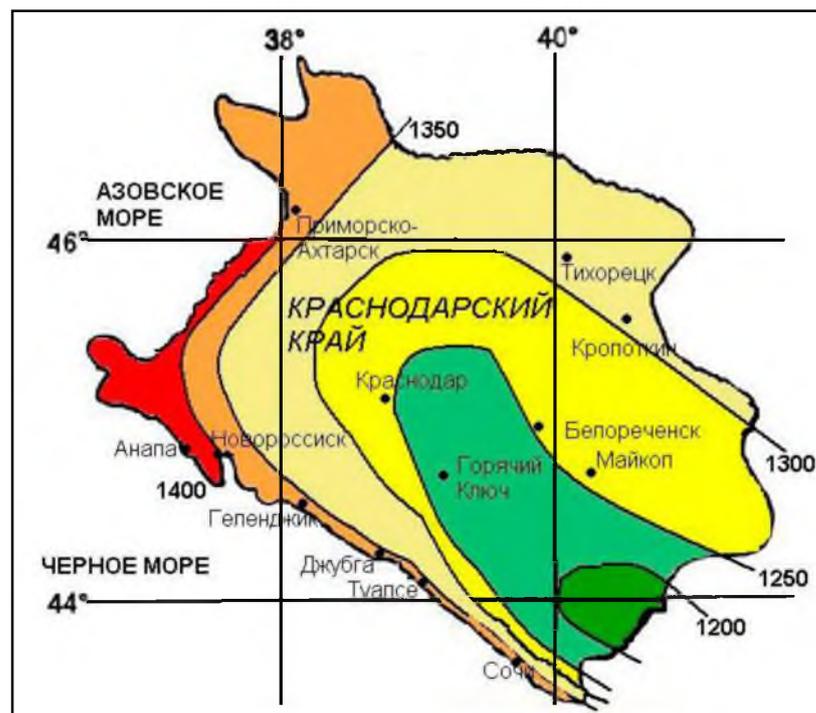


Рисунок 3.4 – Зонирование территории Краснодарского края по количеству приходящей солнечной радиаций

Краснодарский край – один из немногих регионов России, обладающий значительными ресурсами солнечной энергии.

Годовой приход суммарной радиации на территорию края колеблется в пределах 1231 – 1372 кВт/м².

Для годового хода характерен резкий рост месячных сумм от февраля к марту, почти в два раза, что объясняется увеличением высоты солнца и продолжительности дня и уменьшением облачности.

При переходе от октября к ноябрю наблюдается обратный ход. Максимум месячных сумм суммарной радиации приходится на июль – 187 кВт/м² в Краснодаре и 207 кВт/м² в Сочи.

Минимальный приход радиации наблюдается в декабре в Краснодаре – 20 кВт/м², в Сочи в январе и декабре –37 кВт/м².

Средние максимальные суммы прямой солнечной радиации, поступающей на перпендикулярную поверхность, колеблются на рассматриваемой территории от 147 до 195кВт/м².

Эти значения радиации характерны для летних месяцев, когда сочетаются высокая прозрачность атмосферы и большие высоты солнца. Минимальные отмечены в зимние месяцы – 21-40 кВт/м² в январе и декабре.

Данные о приходе солнечной радиации за различные промежутки времени позволяют выявить существенную изменчивость ресурсов солнечной энергии (в течение года, сезона и суток), которая обусловлена астрономическими факторами, прозрачностью атмосферы и режимом облачности.

Несмотря на определенные трудности, связанные с внедрением возобновляемой энергии, в Краснодарском крае за последние годы построены 102 гелиоустановки с общим количеством солнечных коллекторов 5000 м².

Большая их часть построена для пансионатов и санаториев (63 шт.) общей площадью 2550 м².

В основе успешной реализации проектов гелиоустановок, равно как и других проектов по альтернативной энергетике лежат региональные

законодательные инициативы в области поддержки ВИЭ (рисунок 3.5).

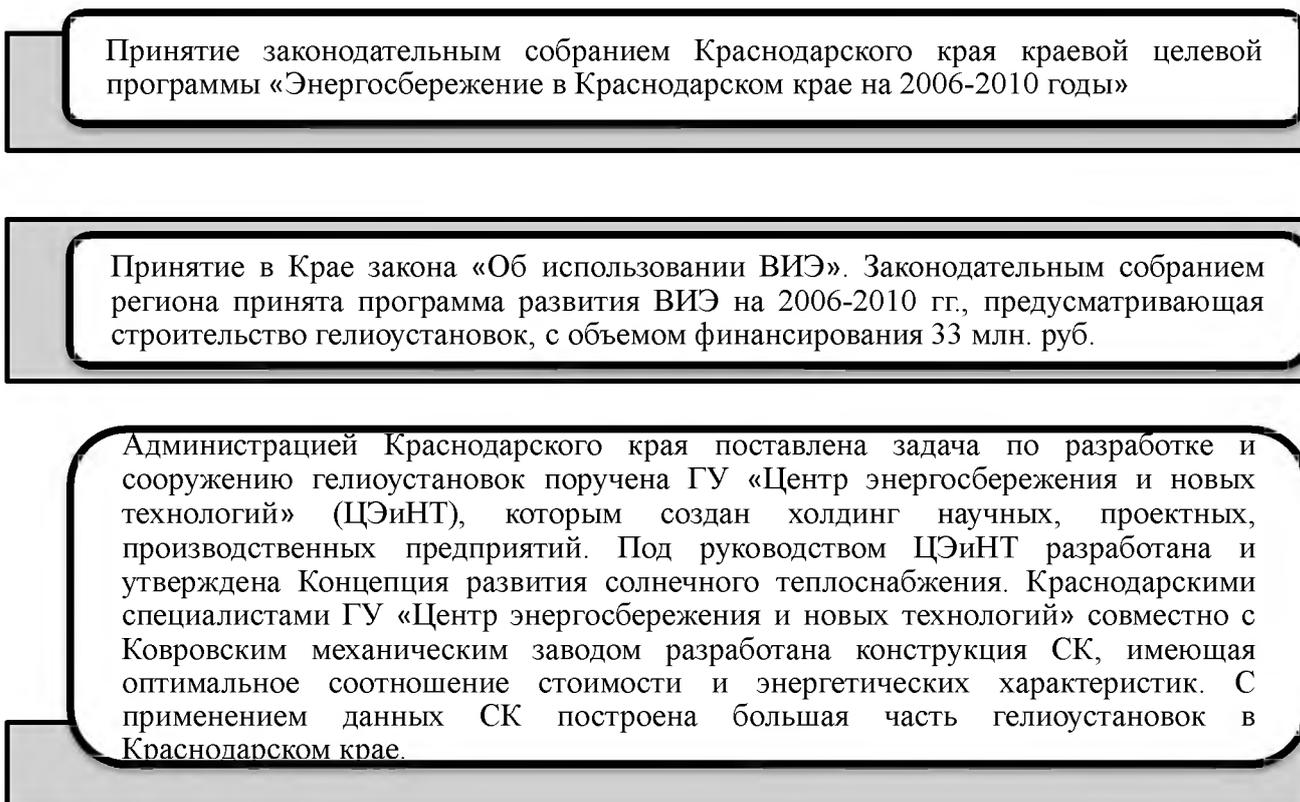


Рисунок 3.5 – Региональные законодательные инициативы в области поддержки ВИЭ

Самую мощную в России солнечную энергосистему использует в Краснодарском крае ОАО «Вымпелком». В активно развивающемся курорте на горе Лого-Наки была установлена базовая станция с питанием от солнечных батарей, установленных на крыше, с возможным использованием резервного дизель - генератора.

В период с марта по ноябрь, по расчетам изготовителей, электроснабжение курорта может быть полностью обеспечено аккумулируемой солнечной энергией.

Заключение

Основным источником энергии всех природных процессов, протекающих на земном шаре, является солнечная радиация, представляющая собой электромагнитные волны различной длины.

Радиационные условия Краснодарского края, по сравнению с другими районами России, весьма благоприятны. Территория Краснодарского края находится в области положительных значений радиационного баланса в течение круглого года, тогда как на подавляющей части России радиационный баланс в холодное время года отрицательный.

Проведенный анализ распределения солнечной радиации по территории Краснодарского края позволил сделать следующие выводы:

1. На количество солнечной радиации, приходящей на поверхность земли, влияет облачность и влажность. Закономерности распределения облачности на территории края обусловлены циркуляционными процессами. Почти все дни с сильной облачностью связаны с западными влагонесущими массами, поэтому количество облачности убывает к северо-востоку. Близость водной поверхности на Тамани и в Анапе и исключительно плоский рельеф ослабляют местные процессы развития конвекции и осадкообразование. В горах при вынужденном подъеме воздушных масс по склонам количество облачности возрастает, что в конечном итоге отражается на приходе солнечной радиации.
2. Максимальное количество солнечных дней повсеместно на территории края – летом. Чаше пасмурная погода в зимнее время в западных районах края. Годовое значение суммарной солнечной радиации колеблется в пределах $1400 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ Средние годовые суммы радиационного баланса в крае составляют около $580\text{-}630 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, что близко к максимальным для России показателям.
3. В результате преобладания пасмурной погоды и малой длины дня зимой минимум продолжительности солнечного сияния на всей исследуемой

территории приходится на декабрь, за исключением лишь отдельных станций, где минимум падает на январь.

4. В осенне-зимний период прямая и рассеянная составляющие суммарной солнечной радиации равны. В весенне-летний период преобладает прямая составляющая, достигая максимума в июне (примерно 65% от суммарной). Минимальные значения приходятся на декабрь, когда высота солнца меньше всего.
5. Максимальная энергетическая освещенность приходится не на летние месяцы, а на весенние. Максимальные значения величин энергетической освещенности приходится на лето, когда самая большая продолжительность дня и высота солнца. В суточном ходе суммарная радиация имеет максимум около полудня, и годовой ход с максимумом летом.
6. Несмотря на то, что в Краснодарском крае в последние годы построено 102 гелиоустановки, эти положительные сдвиги в использовании солнечной энергии все же нельзя признать достаточными. Учитывая возможности и преимущества гелиоэнергетики, ее развитие в крае должно осуществляться в более широких масштабах.
7. Для совершенствования российской нормативно-информационной базы в первую очередь необходимо разработать систему государственных стандартов, в том числе и с доработкой существующих, ввести в действие новые нормы проектирования гелиоустановок, обеспечить специалистов информационными материалами.

Список использованной литературы

1. Акимова, Т.А., Хаскин, В.В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда. (Высш. шк.). – М.: Юнити – Дана, 2000. – 566 с.
2. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 323 с.
3. Гуральник, И.И., Дубинский, Г.П., Ларин, В.В., Мамикова, С.В. Метеорология. – 2-е изд., перераб. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 440 с.
4. Данные фондов КЦГМС г. Краснодара по ст. Круглик
5. Доклад «О состоянии окружающей природной среды Краснодарского края в 2018 г.». – Краснодар: КГУ, 2019. – 548 с.
6. Дробышев, А.Д. Энергия солнца и ветра в Краснодарском крае, условия ее утилизации. Монография. – СПб.: изд. РГГМУ, 2014. – 260 с.
7. Дроздов, О.А., Васильев, В.А., Кобышева, Н.В. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
8. Дубинский, Г.П., Гуральник, И.И., Мамикова, С.В. Метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 549 с.
9. Климат Краснодарского края / под ред. д-ра геогр. наук Ц.А. Швер, Т.И. Павличенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 191 с.
10. Кобышева, Н.В., Костин, С.И. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 345 с.
11. Краткий справочник по определению климатических характеристик гелиоэнергетических ресурсов на территории СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 31 с.
12. Матвеев, Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 770 с.
13. Навозова, Ф.В. Краснодарский край. – Краснодар: кн. Изд-во, 1955. – 99 с.
14. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Вып. 3. – Ч. I. – 300 с.
15. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – М.:

- Росгидромет, 1997. – В.5. – Ч. I. – 221 с.
- 16.Петров, К.М. Общая экология: взаимодействие общества и природы: учеб. пособие для ВУЗов. – СПб.: Химия, 1997. – 352 с.
 - 17.Пивоварова, З.И. Радиационные характеристики климата СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 336 с.
 - 18.Полякова, Л.С., Кашарин, Д.В. Метеорология и климатология: учеб. пособие. – Новочеркасск: НГМА, 2004. – 107 с.
 - 19.Сергин, С.Я., Яйли, Е.А., Цай, С.Н., Потехина, И.А. Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. – СПб.: РГГМУ 2001. – 188 с.
 - 20.Сергин, С.Я., Яйли, Е.А., Яровенко, А.С. Перспективы экологически устойчивого социально экономического развития Краснодарского Причерноморья // Труды Всероссийской научно практической конференции «Проблемы комплексного управления прибрежными зонами». – Туапсе, 2004. – С. 3-5.
 - 21.Справочник по климату СССР. Вып. 13. Часть 1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 83 с.
 - 22.Стернзат, М.С. Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 388 с.
 - 23.Темникова, Н.С. Некоторые характеристики климата Северного Кавказа и прилегающих степей. – Л.: Гидрометиздат, 1964. – 176 с.
 - 24.Физическая география Краснодарского края: учеб. пособие. / под ред. А.В. Погорелова. – Краснодар, 2000. – 188 с.
 - 25.Хромов, С.П., Петросянц, М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во Московского университета, 2001. – 527 с.